



Indice

1

	PÁG.
<i>Definiciones y principios fundamentales</i>	21
1. Principio de inercia. — 2. Fuerza. — 3. El principio de acción y reacción. — 4. Unidades de medida de las fuerzas. Representación y carácter vectorial. Magnitudes escalares y vectoriales. — 5. Objetivo de la Estática. — 6. Cuerpo rígido. — 7. Dos nuevos principios. — 8. El principio del paralelogramo. Resultante de dos fuerzas. — 9. Las escalas de fuerzas y de longitudes. — 10. Recta de acción y dirección.	

2

<i>Fuerzas concurrentes coplanares: Composición, descomposición y condiciones de equilibrio</i>	27
1. Composición de fuerzas concurrentes. — 2. Composición de dos fuerzas: a) fuerzas concurrentes de diferentes rectas de acción. Solución analítica y gráfica. b) Caso particular. — 3. Descomposición de una fuerza R en dos direcciones dadas m y n : solución gráfica. Solución analítica. — 4. Condiciones analíticas y gráficas para que un sistema de fuerzas concurrentes se halle en equilibrio. a) las fuerzas dadas tienen todas el mismo sentido. b) Las fuerzas dadas tienen sentidos diferentes. Ejemplo 1. Ejemplo 2. — 5. Composición de varias fuerzas coplanares y concurrentes. Polígono de las fuerzas. — 6. Proyección de un vector y de una poligonal sobre un eje. Ejemplo 3: solución gráfica. Solución analítica. — 7. Condiciones y analíticas gráficas para que un sistema de fuerzas coplanares concurrentes se halle en equilibrio. a) Condición gráfica. b) Condición analítica. — 8. Resultante. — 9. Propiedad. — 10. Ejercicios varios. Ejemplo 4: solución gráfica. Solución analítica. Ejemplo 5: solución gráfica.	

Fuerzas coplanares no concurrentes

1. Composición de dos fuerzas coplanares de diferentes puntos de aplicación. — 2. Composición de varias fuerzas coplanares no concurrentes: polígono funicular. Justificación del trazado anterior. Ejemplo 1. — 3. Resultantes parciales. — 4. Condiciones gráficas de equilibrio para un sistema de fuerzas coplanares no concurrentes. — 5. Equilibrio de tres fuerzas. Ejemplo 2: solución gráfica. — 6. Composición de fuerzas paralelas. Ejemplo 3. — 7. Descomposición de una fuerza en dos componentes de direcciones paralelas a la fuerza dada. Ejemplo 4. Ejemplo 5. — 8. Descomposición de una fuerza en otras tres cuyas rectas de acción se conocen. Solución gráfica de Culmann. Diferentes casos. Ejemplo 6.

4

Momentos estáticos. Pares de fuerzas. Condiciones analíticas de equilibrio de fuerzas no concurrentes

1. Momento estático de una fuerza. — 2. Interpretación gráfica del momento estático. — 3. Teorema de Varignon, o del momento estático de la resultante. — 4. Otra determinación gráfica del momento estático de una fuerza. — 5. Determinación gráfica del momento de un sistema de fuerzas. Ejemplo 1. Ejemplo 2. — 6. Relación entre las intensidades de dos fuerzas paralelas y sus distancias a la recta de acción de la resultante. Ejemplo 3. Ejemplo 4. — 7. Cupla o par de fuerzas. — 8. Constancia del momento de un par. — 9. Fuerza equivalente de un par. — 10. Un funicular arbitrario de un par, es otro par que le equivale. — 11. Se mantiene inalterado el efecto mecánico de un par, si se lo traslada paralelamente a su plano. — 12. Resumen de las propiedades de los pares. Ejemplo 5. — 13. Composición de pares situados en un mismo plano o en planos paralelos. a) Composición de pares situados en un mismo plano. Ejemplo 6. Ejemplo 7. b) Composición de pares situados en planos paralelos. — 14. Composición de pares situados en planos no paralelos. — 15. Descomposición de un par en otros dos, situados en planos normales entre sí y pasantes todos por una misma recta. — 16. Composición de un par y una fuerza coplanar con él. — 17. Traslación paralela de una fuerza. Ejemplo 8. — 18. Condiciones analíticas de equilibrio para un sistema de fuerzas coplanares no concurrentes. Ejemplo 9: solución analítica. Solución gráfica. Ejemplo 10. Ejemplo 11: solución gráfica. Solución analítica.

5

Centro de fuerzas. Centro de gravedad

1. Centro de un sistema de fuerzas. — 2. Coordenadas del centro de fuerzas paralelas. — 3. Centro de gravedad de sólidos y de figu-

ras planas. Características. — 4. Centro de gravedad de líneas. a) Centro de gravedad de una poligonal regular. b) Centro de gravedad de un arco de circunferencia. Ejemplo: 1º) Centro de gravedad de un cuadrante de circunferencia; 2º) Centro de gravedad de una semicircunferencia. Ejemplo 1. Ejemplo 2. Ejemplo 3. — 5. Centro de gravedad de figuras planas. a) Centro de gravedad de un triángulo. b) Centro de gravedad de un paralelogramo. c) Centro de gravedad de un círculo. d) Centro de gravedad de un rectángulo y de un cuadrado. e) Centro de gravedad de un cuadrilátero. f) Centro de gravedad de un trapecio. Determinación gráfica del centro de gravedad de un trapecio. Ejemplo 4: centro de gravedad de un perfil L. g) Centro de gravedad de un sector circular de radio r y ángulo al centro A. Casos particulares: 1º) Centro de gravedad de un semicírculo; 2º) Centro de gravedad de un cuarto de círculo. Ejemplo 5: centro de gravedad de una chapa. h) Centro de gravedad de un segmento de círculo. i) Centro de gravedad de un segmento de corona circular. j) Centro de gravedad de un segmento de parábola cuadrática. k) Centro de gravedad de un semisegmento de parábola cuadrática. l) Centro de gravedad de una superficie de contorno irregular. m) Centro de gravedad de una chapa perforada. Ejemplo 6: Centro de gravedad de un hierro U.

6

Momentos de Inercia 121

1. Definición del momento de inercia de un área plana respecto de un eje coplanar con ella. Ejemplo 1. — 2. Relación o teorema de Steiner. Ejemplo 2: momento de inercia baricéntrico de un rectángulo. Ejemplo 3: momento de inercia de un triángulo. Ejemplo 4: momento de inercia de un doble T. Ejemplo 5: momento de inercia de un trapecio. — 3. Momento de inercia polar. Su relación con los axiales. Ejemplo 6: momento de inercia polar de un círculo. Ejemplo 7: momento de inercia axial de un círculo. Ejemplo 8. — 4. Momento de inercia centrífugo. — 5. Momento de inercia centrífugo respecto de dos ejes normales entre sí, uno de los cuales es, a su vez, eje de simetría. Ejes conjugados de inercia. — 6. Ejes principales de inercia. Ejemplo 9. Ejemplo 10. — 7. Relación entre los momentos de inercia centrífugos referidos a pares de ejes paralelos, uno de los cuales es baricéntrico. Ejemplo 11. Ejemplo 12. — 8. Módulo de sección o momento resistente. Ejemplo 13. — 9. Radio de giro. Ejemplo 14: radio de giro polar de un círculo. Ejemplo 15: radios de giro axiales de un rectángulo. — 10. Determinación analítica y gráfica de los radios de giro de las secciones usuales. I. Paralelogramo. II. Triángulo. III. Círculo. — 11. Elipse de inercia.

7

Vínculos. Vigas de alma llena 159

1. Barras. Chapas. Bloques. — 2. Grados de libertad de una chapa en su plano. — 3. Vínculos. Clasificación: a) por su asiento: 1º)

externos; 2º) internos. b) Por los grados de libertad que restringen: 1º) simples; 2º) dobles o fijos; 3º) triples o empotrados. — 4. Forma de reaccionar de los vínculos: 1º) reacción en un vínculo móvil; 2º) reacción en un vínculo doble o fijo. Ejemplo 1: reacciones en una barra acodillada. Solución gráfica; solución analítica. Ejemplo 2: reacciones en una barra recta. Solución gráfica; solución analítica. Ejemplo 3: solución gráfica; solución analítica. Ejemplo 4. — 5. Sistemas hipostáticos, isostáticos e hiperestáticos. — 6. Vigas de alma llena. — 7. Cálculo de las reacciones de apoyo en las vigas. — 8. Viga Gerber. — 9. Reacciones de apoyo en la viga Gerber. Ejemplo 5. Cálculo gráfico de las reacciones. Cálculo analítico de las reacciones. — 10. Fuerzas concentradas y fuerzas continuas. — 11. Carga específica. — 12. Reacciones en una viga con cargas distribuidas y concentradas. Ejemplo 6: solución gráfica; solución analítica. — 13. Esfuerzos que se desarrollan en una sección cualquiera de una estructura: esfuerzo de corte, esfuerzo axial y momento flexor. — 14. Determinación gráfica de los momentos flexores. Ejemplo 7: cálculo analítico y gráfico del momento flexor. Solución analítica; solución gráfica. — 15. Gráfica de los momentos flexores para cargas distribuidas. — 16. Diagrama de esfuerzos de corte. Ejemplo 8: trazado de los diagramas de momentos flexores y de esfuerzos de corte. Signo del esfuerzo de corte. — 17. Relación matemática existente entre los diagramas M, Q y q. Ejemplo 9: trazado de diagramas en una viga con carga uniformemente distribuida. Construcción rápida de la parábola de 2º grado. — 18. Otra construcción gráfica de la parábola de 2º grado. — 19. Ubicación de la sección en la cual se verifica el máximo momento flexor. Ejemplo 10: determinación del momento máximo en una viga con $q = \text{constante}$. — 20. Vigas con voladizos. Ejemplo 11: viga con voladizos sometida a cargas concentradas. — 21. Viga con cargas concentradas y continuas. Ejemplo 12: cálculo de reacciones y trazado de diagramas M y Q de una viga sometida a cargas concentradas y continuas. — 22. Vigas con cargas concentradas en puntos pertenecientes a cargas continuas. Ejemplo 13: viga en voladizo, con cargas concentradas en correspondencia de otras continuas. — 23. Viga con carga triangular. Ejemplo 14: resolución de una viga con carga triangular. — 24. Vigas con cargas inclinadas. Diagrama de esfuerzos axiales o normales. Ejemplo 15: trazado de los diagramas M, N y Q en una viga con cargas concentradas. I. Solución gráfica. II. Solución analítica. — 25. Vigas empotradas. Ejemplo 16: cálculo de una viga empotrada. I. Solución gráfica. — 26. Reacciones y diagramas M, N y Q en mecanismos. Ejemplo 17: ecuación del esfuerzo axial en una biela. — 27. Inercia de las masas en movimiento. Ejemplo 18: esfuerzo axial en un cable de ascensor. — 28. Fuerza centrífuga. Ejemplo 19: esfuerzo axial en un regulador de bolas.

8

Cinemática

1. Definiciones. — 2. Punto material. — 3. Movimiento. — 4. Trayectoria. — 5. Movimiento rectilíneo uniforme. Ejemplo 1. — 6. Gráficos en el movimiento rectilíneo: a) gráfico velocidad-tiempo. Ejemplo 2. b) Gráfico espacio-velocidad. Ejemplo 3. c) Gráfico espacio-tiempo. — 7. Fórmula general para el movimiento rectilíneo

y uniforme. Ejemplo 4. — 8. Movimiento rectilíneo uniformemente variado (M. R. U. V.). — 9. Cálculo del espacio en el M. R. U. V. Ejemplo 5: movimiento M. R. U. V. Gráfico $v-t$. Gráfico $a-t$. Gráfico $e-t$. Ejemplo 6—10. Velocidades y aceleraciones medias e instantáneas en el movimiento rectilíneo plano. Ejemplo 7.—11. Caída libre y ascenso vertical en el vacío. Ejemplo 8. Ejemplo 9.—12. Altura máxima alcanzada en el ascenso.—13. Relación entre la velocidad inicial del ascenso y la final de caída.—14. Simetría del ascenso y la caída. Ejemplo 10.—15. Tiro oblicuo. a) Principio de superposición o independencia de los movimientos. b) Tiro oblicuo. Eje x . Eje y . Alcance máximo. Altura máxima. Velocidad en un punto cualquiera de la trayectoria. Máximo alcance máximo. Ejemplo 11. Ecuación de la trayectoria. Ejemplo 12.—16. Movimiento circular uniforme. Velocidad tangencial. Aceleración centrípeta. Velocidad angular. Relación entre las velocidades angular y tangencial. Expresión de las velocidades en función del número de revoluciones por minuto. Ejemplo 13.—17. Movimiento circular variado uniformemente. Aceleración tangencial. Aceleración angular. Relación entre las aceleraciones angular y tangencial. Ejemplo 14.—18. Fuerza centrífuga y centrípeta. Aceleración centrífuga.

9

Movimientos relativos. Composición de movimientos 273

1. Movimientos absoluto, relativo y de arrastre.—2. Relación entre las velocidades relativa, absoluta y de arrastre. Ejemplo 1. Ejemplo 2.—3. Movimiento de una figura plana en su plano.—4. Centro instantáneo de rotación. Ejemplo 3.—5. Base y ruleta. Ejemplo 4.

10

Trabajo y potencia 281

1. Relación entre fuerza, masa y aceleración.—2. Sistemas de unidades. Cuadro.—3. Definición de las unidades fundamentales: metro, kilogramo-fuerza, segundo solar medio, centímetro, gramo-masa, kilogramo-masa, Newton.—4. Regla para convertir unidades de un sistema a otro. Ejemplo 1. Ejemplo 2. Ejemplo 3. Cuadro de equivalencias.—5. Trabajo de una fuerza.—6. Unidades de trabajo. Ejemplo 4.—7. Potencia media. Ejemplo 5.—8. Potencia instantánea. Ejemplo 6.—9. Rendimiento. Ejemplo 7.—10. Energía. Energía potencial y cinética. Teorema de las fuerzas vivas.—11. Energía mecánica. Principio de conservación de la energía. Ejemplo 8.—12. Trabajo positivo y negativo. Ejemplo 9.

11

Impulso y cantidad de movimiento. Teoría del choque 299

1. Impulso de una fuerza.—2. Cantidad de movimiento.—3. Unidades de impulso y de cantidad de movimiento. a) Unidades de

impulso. b) Unidades de cantidad de movimiento. — 4. Relación entre el impulso y la cantidad de movimiento. Ejemplo 1. — 5. Conservación de la cantidad de movimiento. — 6. Choque de dos cuerpos. — 7. Choque de cuerpos plásticos. — 8. Pérdida de energía en el choque plástico. Ejemplo 2. — 9. Choque elástico. — 10. Energía en el choque elástico. — 11. Choque de cuerpos semielásticos (parcialmente elásticos). Coeficiente de percusión. — 12. Energía en el choque semielástico. — 13. Experiencia para determinar el coeficiente de percusión. Ejemplo 3.

12

Movimiento oscilatorio armónico 311

1. Movimiento oscilatorio armónico. — 2. Elongación, velocidad y aceleración del movimiento oscilatorio armónico. a) elongación; b) velocidad; c) aceleración. — 3. Representaciones gráficas. Defasaje inicial. — 4. La fuerza en el movimiento oscilatorio. Ejemplo 1: oscilación de un resorte.

13

Energía de un cuerpo rotante 319

1. Energía cinética de un cuerpo en rotación. — 2. Momentos de inercia usuales. Teorema de Steiner. Ejemplo 1.

14

Rozamiento. Muñones y Pivotes. Freno dinamométrico 325

1. Generalidades. — 2. Leyes del roce por deslizamiento. — 3. Coeficiente de rozamiento. — 4. Angulo y cono de rozamiento. — 5. Incidencia de la velocidad y del lubricante. Tabla de coeficientes de rozamiento. — 6. Determinación experimental del coeficiente de roce. Ejemplo 1. — 7. Trabajo consumido por rozamiento. — 8. Fuerza oblicua actuante sobre un cuerpo. Valor mínimo. — 9. Trabajo que el rozamiento consume en los muñones. Ejemplo 2. — 10. Trabajo que el rozamiento consume en los pivotes. a) pivote plano; b) pivote anular plano. Ejemplo 3. — 11. Medición de potencia mediante el freno dinamométrico.

15

Roce por rodadura. Tracción en vehículos 337

1. Roce por rodadura. — 2. Determinación experimental del coeficiente de rodadura. — 3. Trabajo consumido por la rodadura. — 4. Transporte de cargas por rodillos. Ejemplo 1. — 5. Resistencia total que los vehículos ofrecen a la tracción. Valores del coeficiente total por tracción μ . Ejemplo 2.

1. Desplazamiento virtual. Principio de los trabajos virtuales. —
2. Rigidez de las cuerdas. — 3. Polea fija ideal y real. a) polea ideal; b) polea real; c) caso particular de polea fija real con cuerdas paralelas; d) valores prácticos. Ejemplo 1. — 4. Polea móvil ideal y real. a) polea móvil ideal; b) polea móvil real. Ejemplo 2. — 5. Rendimiento de máquinas acopladas en serie. — 6. Aparejo potencial ideal y real. a) aparejo potencial ideal; Ejemplo 3. b) aparejo potencial real. — 7. Aparejo factorial. a) aparejo factorial ideal; b) aparejo factorial real. Ejemplo 4. — 8. Torno simple. a) torno simple ideal; b) torno simple real. — 9. Aparejo diferencial o Weston. a) aparejo diferencial ideal; b) aparejo diferencial real; b₁) subir la carga; b₂) bajar la carga; c) parada automática; d) rigidez de una cadena. — 10. Torno diferencial. a) torno diferencial ideal; b) torno diferencial real. — 11. Plano inclinado. a) plano inclinado ideal; b) plano inclinado real; b₁) fuerza F necesaria para iniciar un pequeño movimiento de ascenso (límite de equilibrio); b₂) fuerza necesaria para impedir el descenso (límite de equilibrio); c) rendimiento del plano inclinado. — 12. El tornillo como máquina simple. a) tornillo ideal; b) tornillo real; c) tornillo reversible, irreversible y equilibrado. Ejemplo 5. Ejemplo 6.