

INDICE

INTRODUCCIÓN	7
--------------------	---

PRIMERA PARTE. VECTORES

I. ALGEBRA VECTORIAL

1. Vectores: sus clases	13
1. Magnitudes escalares y vectoriales; 2. Vectores; 3. Igualdad de vectores; 4. Vectores deslizantes y vectores fijos.	
Ejercicios	17
2. Componentes y cosenos directores de un vector	17
1. Componentes de un vector; 2. Cosenos directores de un vector; 3. Vectores paralelos; 4. Ángulo de dos vectores.	
Ejercicios	22
3. Adición y sustracción de vectores	23
1. Adición de vectores; 2. Sustracción de vectores; 3. Suma algebraica de varios vectores; 4. Producto de un vector por un escalar; 5. Versores fundamentales. Descomposición canónica de un vector; 6. Descomposición de un vector por sus componentes según tres direcciones dadas; 7. Baricentro de un sistema de masas; 8. Coordenadas baricéntricas.	
Ejercicios	30
4. Producto escalar y producto vectorial	32
1. Producto escalar; 2. Las dos orientaciones del espacio; 3. Vectores axiales o pseudovectores; 4. Producto vectorial; 5. Componentes del producto vectorial; 6. Producto escalar y vectorial de pseudovectores.	
Ejercicios	41
5. Producto mixto y otros productos vectoriales	42
1. Producto mixto de tres vectores; 2. Pseudoescalares; 3. Doble producto vectorial; 4. Otros productos vectoriales; 5. Álgebra vectorial en el plano.	
Ejercicios	46

VECTORES Y TENSORES

6. Notas y complementos del capítulo I	47
1. Definición axiomática de vector. Espacios vectoriales; 2. Diversas notaciones para el producto escalar y vectorial.	
II. APLICACIONES DEL ÁLGEBRA VECTORIAL	
7. Las fórmulas fundamentales de la trigonometría	50
1. Trigonometría plana; 2. Trigonometría esférica.	
Ejercicios	53
8. Aplicaciones a la geometría analítica	53
1. Puntos y vectores; 2. Ecuación vectorial de la recta; 3. Ecuación vectorial del plano; 4. Distancia de un punto a un plano; 5. Distancia de un punto a una recta; 6. Mínima distancia entre dos rectas; 7. Propiedades angulares entre rectas y planos; 8. Volumen del tetraedro; 9. Geometría analítica del plano; 10. Teorema de Menelao.	
Ejercicios	66
9. Notas y complementos del capítulo II	68
1. Teorema de Ptolomeo; 2. Área del cuadrilátero; 3. Teorema de Carnot; 4. Circunferencia de los nueve puntos; 5. Cónica por cinco puntos; 6. Una propiedad del ortotetraedro; 7. Teorema de Pohlke; 8. Vectores deslizantes. Fuerzas; 9. Aplicaciones a la navegación aérea.	
III. LOS VECTORES Y LOS CAMBIOS DE COORDENADAS	
10. Cambios de coordenadas cartesianas ortogonales	73
1. El problema fundamental; 2. Cambio de versores fundamentales; 3. Cambios de coordenadas.	
Ejercicios	78
11. Definición analítica de vector	78
1. Transformación de las componentes de un vector por cambios de coordenadas ortogonales; 2. Definición analítica de vector; 3. Cambios de coordenadas en el plano; 4. Escalares y pseudoescalares.	
Ejercicios	85
12. Notas y complementos del capítulo III	85
1. Forma explícita de las transformaciones ortogonales; 2. Ángulos de Euler; 3. Cuaterniones.	
IV. ANÁLISIS VECTORIAL. OPERADORES VECTORIALES	
13. Campos escalares. Gradiente	89
1. Campos escalares; 2. El gradiente de una función de punto; 3. Propiedades geométricas del gradiente; 4. Superficies de nivel y líneas de gradiente; 5. Derivadas direccionales; 6. Derivada total y derivada parcial de un escalar o un vector respecto del tiempo.	
Ejercicios	95
14. Campos vectoriales. Divergencia de un vector	96
1. Campos vectoriales; 2. Divergencia de un vector; 3. Interpretaciones físicas de la divergencia.	
Ejercicios	103

15. El rotor	103
1. El rotor; 2. Líneas de rotor o torbellino; 3. Significado físico del rotor. Ejemplos; 4. Velocidad angular. Otra interpretación del rotor.	
Ejercicios	110
16. El laplaciano. Fórmulas vectoriales	111
1. El operador "nabla"; 2. El laplaciano; 3. Laplaciano de un vector. 4. Fórmulas vectoriales; 5. Líneas de campo normales a superficies.	
Ejercicios	116
17. Los operadores vectoriales en coordenadas curvilíneas	117
1. Coordenadas polares en el plano y en el espacio; 2. Coordenadas curvilíneas en general; 3. Coordenadas curvilíneas ortogonales; 4. Las componentes de un vector en coordenadas curvilíneas ortogonales; 5. El gradiente en coordenadas curvilíneas ortogonales; 6. La divergencia en coordenadas curvilíneas ortogonales; 7. El laplaciano en coordenadas curvilíneas ortogonales; 8. El rotor en coordenadas curvilíneas ortogonales; 9. El laplaciano de un vector en coordenadas curvilíneas ortogonales.	
Ejercicios	128
18. Notas y complementos del capítulo IV	128
1. Coordenadas elipsoidales; 2. Coordenadas cilíndrico-parabólicas; 3. Coordenadas parabólicas; 4. Coordenadas esferoidales; 5. Coordenadas toroidales.	
V. FÓRMULAS INTEGRALES	
19. Derivación de vectores. Curvas. Integrales curvilíneas	133
1. Vectores función de un parámetro; 2. Vector función de varios parámetros; 3. Curvas. Tangente. Elemento de arco; 4. Integrales curvilíneas; 5. Circulación.	
Ejercicios	142
20. Superficies. Integrales de superficie	143
1. Superficies. Versor normal; 2. Elemento de arco sobre una superficie; 3. Integrales dobles y triples. Formas diferenciales exteriores; 4. Elemento de área sobre una superficie; 5. Integral de superficie; 6. Flujo.	
Ejercicios	155
21. Teorema de la divergencia. Fórmulas de Green	156
1. Teorema de la divergencia. Fórmula integral de Gauss-Ostrogradski; 2. El teorema de la divergencia para el plano; 3. Consecuencias del teorema de la divergencia; 4. Casos particulares de la fórmula de Gauss; 5. Fórmulas de Green; 6. La ecuación de Laplace. Funciones armónicas. Tercera fórmula de Green; 7. Aplicaciones de las fórmulas de Green.	
Ejercicios	165
22. Teorema del rotor	166
1. Teorema del rotor. Fórmula de Stokes; 2. Casos particulares de la fórmula de Stokes; 3. Líneas y tubos de torbellino; 4. Superficies orientables y no orientables; 5. Diferenciación exterior de formas diferenciales.	
Ejercicios	174
377	

VECTORES Y TENSORES

23. Campos de gradientes y de rotores	175
1. Definiciones; 2. Campos de gradientes; 3. Campos de rotores; 4. Descomposición de un campo vectorial en suma de uno irrotacional y otro solenoidal; 5. Observaciones sobre la unicidad; 6. Campo engendrado por un hilo de torbellino; 7. Caso de una curva cerrada; 8. Ángulo sólido; 9. Integral de Gauss.	
Ejercicios	190
24. Notas y complementos del capítulo V	190
1. Nota histórica; 2. Campos vectoriales en el plano; característica de una curva e índice de un punto; 3. Campos vectoriales tangentes a una superficie; 4. Teoremas sobre puntos fijos; 5. Sobre campos solenoidales.	
VI. APLICACIONES DEL ANÁLISIS VECTORIAL	
25. Aplicaciones a la teoría de curvas	197
1. Triedro de Frenet; 2. Fórmulas de Frenet; 3. Cálculo de la curvatura y de la torsión; 4. Definición geométrica de la curvatura y de la torsión; 5. Esfera osculatriz; 6. Curvas esféricas; 7. Superficies regladas; 8. Superficies desarrollables.	
Ejercicios	208
26. Aplicaciones al electromagnetismo	209
1. Las ecuaciones de Maxwell; 2. Potencial escalar y potencial vector del campo electromagnético; 3. Energía del campo electromagnético. Vector de Poynting; 4. Ondas electromagnéticas.	
Ejercicios	215
27. Aplicaciones a la mecánica de fluidos	216
1. La ecuación de continuidad y la ecuación de Euler; 2. Otras formas e integrales de la ecuación de Euler; 3. Torbellinos.	
Ejercicios	222
28. Notas y complementos del capítulo VI	223
1. Funciones de Bessel y de Legendre; 2. Movimiento relativo.	

SEGUNDA PARTE. TENSORES

VII. TRANSFORMACIONES LINEALES. MATRICES	
29. El espacio afín de n dimensiones	231
1. Espacios n -dimensionales; 2. El espacio afín n -dimensional; 3. El espacio euclidiano n -dimensional.	
Ejercicios	234
30. Transformaciones lineales. Matrices	235
1. Transformaciones lineales; 2. Producto de transformaciones lineales; 3. Adición, sustracción y producto por un escalar; 4. Matriz traspuesta de otra.	
Ejercicios	238

INDICE

31. Matrices cuadradas	239
1. Matrices cuadradas. Transformaciones inversas; 2. Algunas propiedades de las matrices, 3. Matrices simétricas y antisimétricas; 4. Potencia de una matriz; 5. Grupos lineales general y especial.	
Ejercicios	243
32. Transformaciones y matrices ortogonales	244
1. Transformaciones y matrices ortogonales; 2. Propiedades de los elementos de una matriz ortogonal; 3. Matrices ortogonales de segundo orden.	
Ejercicios	247
33. Notas y complementos del capítulo VII	247
1. Representación de Cayley para las matrices ortogonales.	
VIII. TENSORES CARTESIANOS	
34. Tensores cartesianos	249
1. El convenio de supresión del símbolo de suma; 2. Tensores cartesianos del espacio ordinario; 3. Paso a n dimensiones; 4. Invariantes. Producto escalar de vectores.	
Ejercicios	254
35. Operaciones con tensores cartesianos	255
1. Adición, sustracción y producto de tensores; 2. Contracción de índices; 3. Permutación de índices; 4. Tensores simétricos y antisimétricos; 5. Derivación de tensores; 6. Criterio para reconocer el carácter tensorial.	
Ejercicios	260
36. Tensores de segundo orden	260
1. El tensor de Kronecker; 2. Tensores deducidos de un tensor de segundo orden; 3. Reducción de un tensor simétrico a la forma diagonal.	
Ejercicios	268
37. Pseudotensores o densidades tensoriales	268
1. Pseudotensores o densidades tensoriales; 2. El pseudotensor o densidad tensorial de Levi-Civita; 3. Propiedades de las densidades tensoriales. Dualidad.	
Ejercicios	271
38. Tensores cartesianos isotrópicos. Unicidad de los operadores vectoriales elementales	272
1. Tensores cartesianos isotrópicos; 2. Unicidad de los operadores vectoriales elementales.	
Ejercicios	276
39. Notas y complementos del capítulo VIII	277
1. Tensor isotrópico de cuarto orden; 2. Invariantes de un tensor de segundo orden en el espacio de tres dimensiones.	

VECTORES Y TENSORES

IX. APLICACIONES DE LOS TENSORES CARTESIANOS

40. Ejemplos de tensores cartesianos. Aplicaciones a la elasticidad	278
1. El tensor de inercia; 2. Tensor de deformación; 3. Tensor de tensiones; 4. Tensor elástico.	
41. El espacio-tiempo. La relatividad especial	284
1. El espacio de cuatro dimensiones; 2. El espacio-tiempo de Lorentz-Minkowski; 3. Las fórmulas de Lorentz: aplicaciones.	
42. Ecuaciones relativistas de la física	290
1. Ecuaciones relativistas de la física; 2. Campo escalar; 3. Campo vectorial; 4. Ecuaciones de Maxwell; 5. Campo determinado por un tensor de segundo orden simétrico.	
43. Notas y complementos del capítulo IX	295
1. Transformaciones que dejan invariante una forma cuadrática; 2. La fórmula de Gauss en el espacio-tiempo.	

X. TENSORES EN GENERAL

44. Tensores en general. Algebra tensorial	298
1. Coordenadas curvilíneas; 2. Vectores contravariantes y covariantes; 3. Tensores en general; 4. Ejemplos de tensores; 5. Operaciones con tensores; 6. Contracción de índices; 7. Invariantes; 8. Criterio para reconocer el carácter tensorial; 9. Pseudotensores o densidades tensoriales; 10. Tensores y pseudotensores obtenidos por derivación ordinaria.	
Ejercicios	307
45. Derivación covariante	308
1. Derivación covariante de vectores; 2. Derivación covariante de tensores; 3. Derivación covariante de densidades tensoriales.	
Ejercicios	314
46. Espacios de conexión afín	315
1. Espacios de conexión afín; 2. Paralelismo de vectores; 3. Propiedades del tensor de curvatura; 4. Espacios de conexión afín simétrica; 5. Las identidades de Bianchi.	
Ejercicios	320
47. Espacios de Riemann	321
1. Espacios de Riemann; 2. El tensor fundamental; 3. Ascenso y descenso de índices. Componentes covariantes y contravariantes de un vector; 4. Producto escalar de vectores. Sistemas coordenados ortogonales; 5. Los símbolos de Christoffel. La conexión de Levi-Civita; 6. Relaciones entre los símbolos de Christoffel.	
Ejercicios	327
48. Curvas geodésicas. Tensor de curvatura	328
1. Curvas extremales; 2. Líneas geodésicas; 3. Operadores diferenciales; 4. Componentes físicas de un vector; 5. El tensor de curvatura en espacios de Riemann; 6. Tensores deducidos del de curvatura por contracción; 7. Laplaciano de un vector.	
Ejercicios	336

ufn

188

ÍNDICE

49. Idea de la teoría de la relatividad general	336
1. La relatividad general; 2. La solución de Schwarzschild; 3. Geodésicas del espacio de Schwarzschild.	
SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS	343
BIBLIOGRAFÍA	365
ÍNDICE ALFABÉTICO	369

La presente edición se terminó de imprimir en Mayo de 1961
en las Talleres de RIPARI S.A. - J. G. Laguna 2464 - Tel. 312.340
Buenos Aires - Argentina