

SERGE LANG

ALGEBRA LINEARE



BOLLATI BORINGHIERI

# Indice

## *Prefazione, 7*

### 1. Vettori in $\mathbb{R}^n$ , 11

1. Definizione di punto in un  $n$ -spazio    2. Vettori applicati    3. Prodotto scalare  
4. Norma di un vettore    5. Rette e piani    6. Numeri complessi

### 2. Spazi vettoriali, 35

7. Terminologia    8. Definizioni    9. Basi    10. Dimensione di uno spazio vettoriale  
11. Somme e somme dirette

### 3. Matrici, 55

12. Lo spazio delle matrici    13. Equazioni lineari    14. Moltiplicazione tra matrici  
15. Appendice: eliminazione

### 4. Applicazioni lineari, 76

16. Applicazioni    17. Applicazioni lineari    18. Nucleo e immagine di un'applicazione lineare  
19. Dimensione del nucleo e dell'immagine    20. Composizione di applicazioni lineari

### 5. Applicazioni lineari e matrici, 103

21. Applicazione lineare associata a una matrice    22. Matrice associata a un'applicazione lineare  
23. Composizione di applicazioni lineari

### 6. Determinanti, 117

24. Determinanti del secondo ordine    25. Proprietà dei determinanti    26. Regola di Cramer  
27. Esistenza dei determinanti    28. Permutazioni    29. Unicità  
30. Determinante della trasposta di una matrice    31. Determinante di un prodotto  
32. Inversa di una matrice    33. Determinante di un'applicazione lineare

7. Prodotti scalari e ortogonalità, 149  
 34. Prodotti scalari 35. Prodotti definiti positivi 36. Basi ortogonali nel caso generale 37. Spazio duale 38. Caratteristica di una matrice e sistemi di equazioni lineari
8. Matrici e applicazioni bilineari, 182  
 39. Forme bilineari 40. Forme quadratiche 41. Operatori simmetrici 42. Operatori hermitiani 43. Operatori unitari 44. Teorema di Sylvester
9. Polinomi e matrici, 213  
 45. Polinomi 46. Polinomi di matrici e di applicazioni lineari 47. Autovettori e autovalori 48. Polinomio caratteristico
10. Triangolazione delle matrici e delle applicazioni lineari, 232  
 49. Esistenza delle triangolazioni 50. Teorema di Hamilton-Cayley 51. Diagonalizzazione di applicazioni unitarie
11. Il teorema spettrale, 241  
 52. Autovettori di applicazioni lineari simmetriche 53. Il teorema spettrale 54. Caso complesso
12. Polinomi e decomposizioni primarie, 254  
 55. L'algoritmo euclideo 56. Massimo comun divisore 57. Fattorizzazione unica 58. Gli interi 59. Applicazione alla scomposizione di uno spazio vettoriale 60. Il lemma di Schur 61. Sviluppo a radici di un polinomio
13. Prodotti multilineari, 280  
 62. Prodotto tensoriale 63. Isomorfismi di prodotti tensoriali 64. Prodotti alternanti: caso particolare 65. Prodotti alternanti: caso generale 66. Appendice: lo spazio vettoriale generato da un insieme
14. Gruppi, 305  
 67. Gruppi ed esempi 68. Semplici proprietà dei gruppi 69. Classi laterali e sottogruppi normali 70. Gruppi ciclici 71. Gruppi abeliani liberi
15. Anelli, 332  
 72. Anelli e ideali 73. Omomorfismi 74. Moduli 75. Moduli quoziente
- Appendice 1. Insiemi convessi, 351  
 A. Definizioni B. Iperpiani separanti C. Punti estremi e iperpiani radenti D. Teorema di Krein-Milman
- Appendice 2. Complementi, 361  
 B. Induzione P. Chiusura algebrica del corpo dei numeri complessi G. Relazioni di equivalenza
- Indice analitico, 369*