

Anatolij I. Maltsev

Fondamenti di algebra lineare

Indice

Prefazione alla terza edizione p. 9
Introduzione p. 11

I. Matrici e determinanti

§ 1. Operazioni tra matrici

1.1. Matrici. Campo base p. 13 — 1.2. Prodotto di matrici p. 15 —
1.3. Trasposizione di matrici p. 21 — 1.4. Matrici a blocchi p. 24 —
1.5. Quaternioni p. 27 — Esempi e problemi p. 31.

§ 2. Determinanti

2.1. Definizione p. 33 — 2.2. Proprietà principali dei determinanti
p. 39 — 2.3. Determinante di un prodotto. Matrici inverse p. 49 —
2.4. Sistemi di equazioni lineari di Cramer p. 53 — Supplementi
e esempi p. 57.

§ 3. Polinomio caratteristico e polinomio minimo

3.1. Similitudine delle matrici p. 59 — 3.2. Polinomio caratteristico
p. 60 — 3.3. Polinomio minimo p. 63 — Esempi e problemi
p. 67.

II. Spazi lineari

§ 4. Dimensione

4.1. Moduli e spazi vettoriali p. 68 — 4.2. Dipendenza lineare
p. 72 — 4.3. Isomorfismo p. 81 — Esempi e problemi p. 87.

§ 5. Coordinate

5.1. Coordinate di un vettore p. 84 — 5.2. Rango di una matrice
p. 88 — 5.3. Sistemi generali di equazioni lineari p. 95 — Supple-
menti ed esempi p. 99.

§ 6. Sottospazi lineari

6.1. Intersezione e somma di sottospazi p. 101 — 6.2. Somme dirette
p. 105 — 6.3. Sistemi di equazioni lineari omogenee p. 108 —
Esempi e problemi p. 111.

III. Applicazioni lineari

§ 7. Applicazioni di insiemi arbitrari

7.1. Prodotto di applicazioni p. 113 — 7.2. Applicazioni identica
e inversa p. 115 — 7.3. Applicazioni biunivoche p. 116 — 7.4. So-
stituzioni p. 117 — Esempi e problemi p. 119.

§ 8. Applicazioni lineari e loro matrici

8.1. Proprietà elementari p. 120 — 8.2. Matrice di un'applicazione lineare p. 121 — 8.3. Trasformazione di coordinate p. 124 — Esempi e problemi p. 128.

§ 9. Operazioni con applicazioni lineari

9.1. Moltiplicazione di applicazioni lineari p. 126 — 9.2. Moltiplicazione per un numero ed addizione p. 128 — 9.3. Polinomi in applicazioni lineari p. 130 — Esempi e problemi p. 131.

§ 10. Rango e difetto di un'applicazione lineare

10.1. Nucleo e dominio di valori p. 131 — 10.2. Applicazioni singolari e regolari p. 133 — 10.3. Rango della matrice di un'applicazione p. 135 — Esempi e problemi p. 137.

§ 11. Sottospazi invarianti

11.1. Applicazione indotta p. 133 — 11.2. Somma diretta di sottospazi invarianti p. 139 — 11.3. Polinomio caratteristico di un'applicazione p. 141 — 11.4. Autovettori ed autovalori p. 142 — Esempi e problemi p. 145.

§ 12. Applicazioni di matrici a forma normale

12.1. Forma diagonale p. 146 — 12.2. Blocchi di Jordan p. 147 — 12.3. Sottospazi radicali p. 148 — Esempi e problemi p. 150.

IV. Matrici polinomiali

§ 13. Fattori invarianti

13.1. Fattori invarianti p. 152 — 13.2. Forma diagonale p. 154 — 13.3. Massimi comuni divisori di minori p. 157 — 13.4. Condizioni di equivalenza p. 161 — Esempi e problemi p. 164.

§ 14. Divisori elementari

14.1. Relazione con i fattori invarianti p. 165 — 14.2. Divisori elementari di una matrice decomposta p. 166 — Esempi e problemi p. 168.

§ 15. Forme normali delle matrici di un'applicazione lineare

15.1. Divisione di λ -matrici p. 169 — 15.2. Equivalenza scalare p. 170 — 15.3. Criterio di similitudine di matrici p. 171 — 15.4. Forma normale di Jordan p. 173 — 15.5. Forma normale naturale p. 175 — 15.6. Altre forme normali p. 177 — Esempi e problemi p. 180.

§ 16. Funzioni di matrici

16.1. Polinomio di una matrice di Jordan p. 181 — 16.2. Funzioni scalari p. 183 — 16.3. Rappresentazione dei valori di funzioni mediante polinomi p. 186 — 16.4. Divisori elementari di funzioni p. 188 — 16.5. Serie di potenze p. 191 — 16.6. Matrici permutabili con una matrice data p. 192 — 16.7. Matrici che commutano con matrici permutabili p. 195 — Esempi e problemi p. 198.

V. Spazi unitari ed euclidei

§ 17. *Spazi unitari*

17.1. Assiomatizzazione ed esempi p. 199 — 17.2. Lunghezza di un vettore p. 203 — 17.3. Sistemi ortonormali p. 205 — 17.4. Isomorfismo p. 210 — 17.5. Somme ortogonali, Proiezioni p. 211 — Esempi e problemi p. 213.

§ 18. *Applicazioni coniugate*

18.1. Funzioni lineari p. 214 — 18.2. Applicazioni coniugate p. 217 — 18.3. Applicazioni normali p. 219 — Esempi e problemi p. 224.

§ 19. *Applicazioni unitarie e simmetriche*

19.1. Applicazioni unitarie p. 224 — 19.2. Equivalenza unitaria p. 227 — 19.3. Forma normale della matrice di un'applicazione unitaria p. 228 — 19.4. Applicazioni simmetriche p. 230 — 19.5. Applicazioni antisimmetriche p. 232 — 19.6. Applicazioni simmetriche non negative p. 234 — Esempi e problemi p. 237.

§ 20. *Decomposizione di applicazioni generali*

20.1. Decomposizione in parti simmetrica ed antisimmetrica p. 239 — 20.2. Decomposizione polare p. 240 — 20.3. Applicazione di Cayley p. 243 — 20.4. Decomposizione spettrale p. 246 — Esempi e problemi p. 250.

VI. Forme bilineari e quadratiche

§ 21. *Forme bilineari*

21.1. Trasformazione di forme p. 252 — 21.2. Equivalenza di forme bilineari p. 254 — 21.3. Congruenza di forme bilineari simmetriche p. 256 — Esempi e problemi p. 259.

§ 22. *Forme quadratiche*

22.1. Congruenza p. 260 — 22.2. Algoritmo di Lagrange p. 262 — 22.3. Leggi di inerzia delle forme quadratiche p. 265 — 22.4. Forme di segno costante p. 266 — Esempi e problemi p. 268.

§ 23. *Copie di forme*

23.1. Equivalenza delle coppie di forme p. 268 — 23.2. Congruenza delle coppie di forme p. 270 — 23.3. Congruenza delle forme bilineari non simmetriche p. 274 — Esempi e problemi p. 275.

§ 24. *Funzioni bilineari*

24.1. Definizioni principali p. 276 — 24.2. Spazi e metrica bilineare p. 279 — 24.3. Funzioni bilineari negli spazi bilineari metrici p. 283 — Esempi e problemi p. 288.

VII. Applicazioni lineari degli spazi bilineari metrici

§ 25. *Principali tipi di applicazioni lineari*

25.1. Automorfismi p. 290 — 25.2. Applicazioni simmetriche o antisimmetriche p. 295 — Esempi e problemi p. 297.

§ 26. *Spazi euclidesi complessi*

26.1. Applicazioni simmetriche p. 298 — 26.2. Applicazioni antisimmetriche p. 299 — 26.3. Applicazioni ortogonali complesse p. 303 — Esempi e problemi p. 305.

§ 27. *Spazi simplettici*

27.1. Applicazioni simmetriche p. 305 — 27.2. Applicazioni antisimmetriche p. 308 — 27.3. Applicazioni simplettiche p. 310 — Esempi e problemi p. 311.

§ 28. *Spazi pseudounitari*

28.1. Applicazioni simmetriche p. 312 — 28.2. Applicazioni pseudo-unitarie p. 319 — Esempi e problemi p. 320.

VIII. Spazi affini

§ 29. *Spazi affini generali*

29.1. Assiomatica p. 322 — 29.2. Varietà lineari p. 331 — 29.3. Piani paralleli p. 339 — 29.4. Funzionali lineari p. 341 — Suggerimenti e esempi p. 346.

§ 30. *Coordinate affini*

30.1. Coordinate di un punto p. 348 — 30.2. Equazioni dei piani p. 351 — 30.3. Equazioni degli iperpiani e delle rette p. 358 — 30.4. Trasformazione di coordinate affini p. 363 — Esempi e problemi p. 368.

§ 31. *Corpi convessi*

31.1. Raggi p. 369 — 31.2. Semispazi p. 372 — 31.3. Insiemi convessi p. 375 — Suggerimenti e esempi p. 380.

§ 32. *Spazi euclidesi puntiformi*

32.1. Lunghezza di una spezzata p. 381 — 32.2. Angolo tra rette p. 383 — 32.3. Proiezioni ortogonali p. 386 — 32.4. Angolo tra un piano e una retta p. 391 — Esempi e problemi p. 393.

Indice analitico