

Murray R. Spiegel

Meccanica razionale

McGraw-Hill Libri Italia srl

Milano • New York • St. Louis • San Francisco • Birmingham, Ohio • Portland
Bridges • Denver • Hamburg • Harbin • London • Madrid • Mexico • New Delhi
Paris • San Juan • San Paolo • Singapore • Sydney • Tokyo • Toronto

Indice

1 Capitolo 1 – Vettori, velocità e accelerazione

Meccanica, cinematica, dinamica e statica. Fondamenti assiomatici della meccanica. Modelli matematici. Spazio, tempo e materia. Scalari e vettori. Algebrà vettoriale. Leggi dell'algebra vettoriale. Versori. Versori ortogonali. Componenti di un vettore. Prodotto punto o prodotto scalare. Prodotto vettore. Prodotti tripli. Derivate di vettori. Integrali di vettori. Velocità. Accelerazione. Velocità ed accelerazione relative. Accelerazione tangenziale ed accelerazione normale. Moto circolare. Notazione per le derivate rispetto al tempo. Gradiente, divergenza e rotore. Integrali di linea. Indipendenza dal cammino percorso. Vettori liberi, scorrevoli e vincolati.

33 Capitolo 2 – Le leggi del moto di Newton. Lavoro, energia e quantità di moto

Le leggi di Newton. Definizioni di forza e di massa. Unità di forza e di massa. Sistemi di riferimento inerziali. Moto assoluto. Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Campi di forza conservativi. Energia potenziale o potenziale. Conservazione dell'energia. Impulso. Momento e momento angolare. Conservazione della quantità di moto. Conservazione del momento della quantità di moto. Forze non conservative. Statica o equilibrio di una particella. Stabilità dell'equilibrio.

62 Capitolo 3 – Il moto in un campo uniforme. Caduta dei gravi e proiettili

Campi di forza uniformi. Moto uniformemente accelerato. Peso ed accelerazione dovuti alla gravità. Sistema gravitazionale di unità. Ipotesi della terra piana. Caduta libera dei gravi. Proiettili. Potenziale ed energia potenziale in un campo di forza uniforme. Moto in un mezzo che opponga resistenza. Isolamento del sistema. Moto vincolato. Attrito. Statica in un campo gravitazionale uniforme.

86 Capitolo 4 – L'oscillatore armonico semplice e il pendolo semplice

L'oscillatore armonico semplice. Ampiezza, periodo e frequenza del moto armonico semplice. Energia di un oscillatore armonico semplice. L'oscillatore armonico smorzato. Moti ultrasmorzati, criticamente smorzati e debolmente smorzati. Oscillazioni forzate. Risonanza. Il pendolo semplice. L'oscillatore armonico a due e tre dimensioni.

116 Capitolo 5 – Forze centrali e moto dei pianeti

Forze centrali. Alcune importanti proprietà dei campi di forza centrali. Equazione del moto di una particella in un campo centrale. Importanti equazioni dedotte dalle equazioni del moto. Energia potenziale di una particella in un campo centrale. Conservazione dell'energia. Determinazione dell'orbita a partire dalla forza centrale. Determinazione della forza centrale dall'orbita. Sezioni coniche, ellisse, parabola e iperbole. Alcune definizioni di astronomia. Le leggi di Keplero del moto planetario. La legge di gravitazione universale di Newton. Attrazione di sfere ed altri corpi. Moto in un campo di forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

144 Capitolo 6 – Sistemi di coordinate in moto

Sistemi di coordinate non inerziali. Sistemi di coordinate rotanti. Operatori derivata. La velocità in un sistema in moto. Accelerazione in un sistema in moto. Accelerazione di Coriolis ed accelerazione centripeta. Moto di una particella relativamente alla Terra. Forza di Coriolis e forza centripeta. I sistemi di coordinate in moto in generale. Il pendolo di Foucault.

Sistemi discreti e continui. Densità. Corpi rigidi ed elastici. Gradi di libertà. Centro di massa. Centro di gravità. Quantità di moto di un sistema di particelle. Moto del centro di massa. Conservazione della quantità di moto. Momento della quantità di moto di un sistema di particelle. Momento esterno totale che agisce su un sistema. Relazione fra il momento della quantità di moto ed il momento esterno totale. Conservazione del momento della quantità di moto. Energia cinetica di un sistema di particelle. Lavoro. Energia potenziale. Conservazione dell'energia. Moto relativo al centro di massa. Impulso. Vincoli. Vincoli olonomi e anolonomi. Spostamenti virtuali. Statica di un sistema di particelle. Principio dei lavori virtuali. Equilibrio nei campi conservativi. Stabilità dell'equilibrio. Principio di D'Alembert.

194 *Capitolo 8* – Applicazioni ai sistemi vibranti, ai razzi ed agli urti

Sistemi vibranti di particelle. Problemi che implicano cambiamento di massa. Razzi. Urti di particelle. Sistemi continui di particelle. La corda vibrante. Problemi al contorno. Serie di Fourier. Funzioni pari e dispari. Convergenza della serie di Fourier.

224 *Capitolo 9* – Moto piano dei corpi rigidi

Corpi rigidi. Traslazioni e rotazioni. Teorema di Eulero, asse istantaneo di rotazione. Moto generale di un corpo rigido, teorema di Chasle. Moto piano di un corpo rigido. Momento di inerzia. Raggio giratore. Teoremi sui momenti di inerzia. Momenti di inerzia speciali. Coppie. Energia cinetica e momento della quantità di moto rispetto ad un asse fisso. Moto di un corpo rigido attorno ad un asse fisso. Lavoro e potenza. Impulso, conservazione del momento della quantità di moto. Il pendolo composto. Moto piano generale di un corpo rigido. Centro istantaneo. Base e ruletta. Statica di un corpo rigido. Principio dei lavori virtuali e principio di D'Alembert. Principio dell'energia potenziale minima. Stabilità.

253 *Capitolo 10* – Moto nello spazio dei corpi rigidi

Moto generale dei corpi rigidi nello spazio. Gradi di libertà. Rotazione pura dei corpi rigidi. Velocità e velocità angolare di un corpo rigido con un punto fisso. Momento della quantità di moto. Momenti di inerzia, prodotti di inerzia. Matrice o tensore del momento di inerzia. Energia cinetica di rotazione. Assi principali di inerzia. Momento della quantità di moto ed energia cinetica rispetto agli assi principali. L'ellissoide di inerzia. Equazioni di Eulero del moto. Moto libero da forze. Retta e piano invarianti. Costruzione di Poinsot. Polodia. Erpolodia. Coni dello spazio e del corpo. Corpi rigidi simmetrici. Rotazione della Terra. Gli angoli di Eulero. Velocità angolare ed energia cinetica in funzione degli angoli di Eulero. Moto di una trottola ruotante. Giroscopi.

282 *Capitolo 11* – Le equazioni di Lagrange

I metodi generali della meccanica. Coordinate generalizzate. Notazione. Equazioni di trasformazione. Classificazione dei sistemi meccanici. Sistemi scleronomi e reonomi. Sistemi olonomi e anolonomi. Sistemi conservativi e non conservativi. Energia cinetica. Velocità generalizzate. Forze generalizzate. Equazioni di Lagrange. Quantità di moto generalizzate. Le equazioni di Lagrange per sistemi anolonomi. Le equazioni di Lagrange con forze impulsive.

311 *Capitolo 12* – Teoria Hamiltoniana

Metodi hamiltoniani. La hamiltoniana. Le equazioni di Hamilton. La hamiltoniana per sistemi conservativi. Coordinate ignorabili o cicliche. Spazio delle fasi. Teorema di Liouville. Il calcolo delle variazioni. Principio di Hamilton. Trasformazioni canoniche o di contatto. Condizione affinché una trasformazione sia canonica. Funzioni generatrici. L'equazione di Hamilton-Jacobi. Risoluzione

dell'equazione di Hamilton-Jacobi. Caso in cui la hamiltoniana è indipendente dal tempo. Integrali di fase. Variabili azione ed angolo.

339 *Appendici*

- A. Unità e dimensioni
- B. Dati astronomici
- C. Risoluzione di equazioni differenziali particolari
- D. Indice dei simboli e delle notazioni speciali

361 *Indice analitico*