

**POLITECNICO DI MILANO**  
**CORSO DI LAUREA ON LINE IN INGEGNERIA INFORMATICA**  
**ESAME DI FISICA**

Per ogni punto del programma d'esame vengono qui di seguito indicate le pagine corrispondenti

- nel testo G. Tonzig, *Fondamenti di Meccanica classica*
- nel testo G. Tonzig, *La Fisica del calore*
- nelle pagine integrative di questo sito.

**1 INTRODUZIONE ALLO STUDIO DELLA FISICA**

- 1.1. Grandezze fisiche e loro misurazione.**  
 Nel testo *Fondamenti di Meccanica classica*: da pag.2.
- 1.2. Dimensione delle grandezze, Sistema Internazionale**  
 Paragrafo 1.6 (pag.8).
- 1.3. Algebra vettoriale**  
 Definizione di grandezza vettoriale a pag.11.  
 Calcolo vettoriale a pag.13.
- 1.4. Derivata di una funzione**  
 Appendice A (pag.452).

**2 CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE**

- 2.1. Punto materiale**  
 Paragrafo 3.2 (pag.46).  
**Coordinate e sistemi di riferimento, posizione, equazioni cartesiane del moto**  
 Paragrafi 3.6 (pag.52) e 3.9.  
**Traiettoria, ascissa curvilinea, legge oraria**  
 Paragrafi 3.4 (pag.48) e 3.5.
- 2.2. Velocità scalare media e istantanea**  
 Paragrafo 3.7 (pag.55).
- 2.3. Vettore posizione e spostamento**  
 Paragrafo 3.10 (pag.61).  
**Velocità vettoriale**  
 Paragrafo 3.10 (pag.61).  
**Rappresentazione intrinseca e cartesiana**  
 Paragrafo 3.14 (pag.74).  
 [Accelerazione scalare: paragrafo 3.11 a pag.62]  
**Accelerazione vettoriale, accelerazione normale e tangenziale**  
 Paragrafo 3.13 (pag.68).
- 2.4.1. Moto rettilineo uniforme**  
 Paragrafo 3.8 a pag. 58 (*con riferimento a una traiettoria qualsiasi*).
- 2.4.2. Moto rettilineo uniformemente accelerato**  
 Nel testo è denominato «uniformemente vario» ed è trattato, *con riferimento a una traiettoria qualsiasi*, al paragrafo 3.12 (pag.64).
- 2.4.3. Moto con vettore accelerazione costante**  
 Nel testo è denominato «uniformemente accelerato» ed è trattato al paragrafo 4.4 (pag.85).
- 2.4.4. Moto armonico**  
 Paragrafo 4.5 a pag.87.
- 2.4.5. Moto circolare**  
 Paragrafo 4.2 (pag.80).
- 2.5.1 Velocità angolare vettoriale**  
 Paragrafo 4.1 (pag.77).
- 2.5.2 Moto piano in coordinate polari**  
 Paragrafo 3.15 (pag.75).

### 3 PRINCIPI DI DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE E FORZE

#### 3.1. Sistemi di riferimento inerziali

Paragrafo 8.1 (pag.139).

##### **Principi di Newton**

Paragrafi 8.1 (pag.139), 8.2 (pag.142), 8.6 (pag.149).

##### **Definizione di massa e forza**

Punto 5 a pag.143 (con nota 4), punto 9 a pag.144, punto 3 a pag.209.

##### **Misurazione dinamica di massa e forza**

Paragrafo 8.4 (pag.145).

##### **Principio di sovrapposizione degli effetti**

Paragrafo 8.5 (pag.147).

#### 3.2.1. Peso

Paragrafo 11.1 (pag.209).

##### **Moto di un punto materiale sottoposto alla forza peso**

L'argomento è trattato al paragrafo 4.4 (pag.85) con riferimento al caso particolare di forza peso costante in valore e direzione, e ai paragrafi 11.2 (pag. 212) e 11.3 con riferimento al caso più generale.

#### 3.2.2. Tensione delle funi ideali

Il pendolo è trattato al paragrafo 8.9 (pag.159); della tensione delle funi ideali si parla nelle soluzioni di molti problemi applicativi dei principi di Newton (pag.151), a cominciare dal problema 18.

#### 3.2.3. Reazione vincolare di superfici lisce

Il concetto di reazione vincolare è spiegato al paragrafo 6.6 (pag.115) ed è applicato in molti problemi, per es. il 25 e il 26 a pag.122 e il 31, il 34 e il 35 a pag.155.

#### 3.2.4. Attrito dinamico radente

Paragrafo 10.1 (pag.195).

#### 3.2.5. Attrito viscoso

Paragrafi 7.2 (pag.123) e 16.3 (pag.292).

#### 3.2.6. Forza elastica

Paragrafo 8.8 (pag.156).

##### **Oscillatore armonico: equazione differenziale del moto armonico e soluzione con condizioni iniziali, smorzamento e risonanza**

Paragrafo 15.1 (pag.279). Un'ulteriore discussione circa le condizioni iniziali si trova al punto 7 di pag.72.

#### 3.3. Problema generale della dinamica e soluzione con condizioni iniziali

Paragrafo 8.10 (pag.161).

### 4 LAVORO ED ENERGIA

#### 4.1. Lavoro e potenza di una forza

Paragrafi 9.1 (pag.152) e 9.4 (pag.156).

#### 4.2. Concetto di integrale di linea

Appendice B (pag.457).

##### **Esempi di calcolo del lavoro**

Paragrafo 9.1 (pag.166). Si vedano anche i problemi di pag.175.

#### 4.3. Energia cinetica e teorema delle forze vive

Paragrafo 9.5 a pag.178.

#### 4.4. Forze conservative e non conservative

Paragrafo 9.2 a pag.173.

##### **Circuitazione**

Appendice B (pag.457).

##### **Energia potenziale**

Paragrafo 9.7 a pag.188.

#### 4.5. Conservazione dell'energia meccanica

Paragrafo 9.8 a pag.189.

- 4.6. **Esempi ed applicazioni (soluzioni di problemi unidimensionali col metodo dell'energia, punti di equilibrio, stabilità dell'equilibrio...)**  
 Quesiti e problemi di pag.184 e pag.191.  
 Per la stabilità dell'equilibrio: paragrafi 6.8 (pag.112) e 9.9 (pag.193).

## 5 CINEMATICA E DINAMICA NEI SISTEMI DI RIFERIMENTO NON INERZIALI

- 5.1. **Cinematica nei sistemi di riferimento in moto rototraslatorio, legge di composizione delle velocità e delle accelerazioni, teorema di Coriolis**  
 Paragrafo 4.6 a pag.93.
- 5.2. **Dinamica nei sistemi di riferimento non inerziali, forze apparenti**  
 Paragrafo 12.1 a pag.222.
- 5.3. **Effetti della rotazione terrestre**  
 Paragrafi 12.2 (pag.228) e 12.3 (pag.229).

## 6 INTERAZIONI ELEMENTARI FRA MASSE E CARICHE ELETTRICHE

- 6.1. **Proprietà dei campi di forze centrali**  
 Punto 4 di pag.174 e punto 6 di pag.235.
- 6.1.1. **Forza gravitazionale**  
 Paragrafo 11.1 a pag.209.
- 6.1.2. **Forza elettrostatica**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo - Forza elettrostatica*.
- 6.2.1. **Potenziale gravitazionale**  
 Punto 5 di pag.215.
- Potenziale elettrostatico**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo - Potenziale elettrostatico*.
- 6.2.2. **Linee di forza**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo - Potenziale elettrostatico*.
- Superfici equipotenziali**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo - Potenziale elettrostatico*, punto 13 del paragrafo F.
- Gradiente**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo - Potenziale elettrostatico*, punto 16.  
 Nel testo, Appendice C (pag.463)
- 6.3.1. **Momento angolare**  
 Paragrafo 13.1 (pag.234).
- Momento di una forza**  
 Paragrafi 6.2 (pag.112) e 6.4 (pag.114).
- 6.3.2. **Potenziale efficace**  
 Paragrafo 13.2 a pag.239.
- Costanti del moto**  
 Paragrafo 9.8 a pag.189 (conservazione dell'energia), punto 4 di pag.164 (conservazione della quantità di moto), punto 6 di pag.250 (conservazione del momento angolare).
- 6.3.3. **Moto dei pianeti e leggi di Kepler**  
 Paragrafo 11.2 a pag.212.
- 6.3.4. **Modello classico dell'atomo di idrogeno**  
 Vedere in questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo*, il capitolo "L'atomo di idrogeno".
- 6.4.1. **Forza di Lorentz**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo*, capitolo "Interazione magnetica", pag.1.
- 6.4.2. **Moto di una carica puntiforme in un campo magnetico**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo*, capitolo "Interazione magnetica", pag.2.
- 6.4.3. **Tube a raggi catodici**  
 In questo sito, pagina *Argomenti di elettromagnetismo*, capitolo "Interazione magnetica", pag.3.

## 7 DINAMICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI

- 7.1. **Sistemi di particelle, forze interne ed esterne**  
Punto 3 di pag.150.
- 7.2. **Quantità di moto, prima equazione cardinale della dinamica dei sistemi, conservazione della quantità di moto**  
Paragrafo 8.11 a pag.163.
- 7.3. **Centro di massa, teorema del moto del centro di massa**  
Nota 7 a pag.116, punto 5 a pag.139, punto 8 a pag.144.
- 7.4. **Energia cinetica di un sistema, teorema di König**  
Paragrafo 9.6 a pag.179.
- 7.5. **Teorema dell'energia cinetica e conservazione dell'energia per i sistemi di particelle**  
Punto 12 a pag.163, paragrafo 9.8 a pag.189.
- 7.6. **Momento di un sistema di forze**  
Paragrafo 6.2 a pag.112.  
**Momento angolare di un sistema di particelle**  
Paragrafo 13.3 a pag.242.  
**Seconda equazione cardinale della dinamica dei sistemi, conservazione del momento angolare**  
Paragrafo 13.4 a pag.248.
- 7.7. **Impulso di una forza e teorema dell'impulso**  
Paragrafo 8.11 a pag.163.
- 7.8. **Fenomeni d'urto. Urti elastici e anelastici, dissipazione di energia**  
Capitolo 14, pag.274.

## 8 ELEMENTI DI DINAMICA DEL CORPO RIGIDO

- 8.1. **Momento di inerzia, definizioni e proprietà**  
Paragrafo 9.6, pag. 179 e 180.
- 8.2. **Equazioni cardinali della dinamica del corpo rigido**  
Paragrafo 8.11 (pag.163) e 13.4 (pag.248).
- 8.3. **Moto traslatorio di un corpo rigido**  
Punto 3 di pag.102.
- 8.4. **Moto di rotazione di un corpo rigido attorno a un asse fisso**  
Punti 4 e 5 di pag.102, punto 6 di pag.180, punto 13 di pag.172, punto 13 di pag.246, punto 13 di pag.252.
- 8.5. **Rotolamento e ruote**  
Punto 8 di pag.103, punto 6 di pag.106, punto 7 di pag.107, punto 10 di pag.181, punto 3 di pag.196, punto 4 di pag.197, punti 1 e 2 di pag.201.

## 9 MECCANICA DEI FLUIDI

- 9.1. **Densità e pressione**  
Punto 2 di pag.116 (concetto di densità), paragrafo 7.3 a pag.126 (concetto di pressione, unità di misura per la pressione).
- 9.2. **Equazione della statica dei fluidi perfetti**  
Punto 3 a pag.127, punto 7 a pag.128.
- 9.3. **Legge di Stevino, principio di Archimede**  
Punto 5 a pag.127, punto 6 a pag.128.  
**Manometri e barometri**  
Paragrafo 7.6 (pag.129).
- 9.4. **Flusso, conservazione della massa ed equazione di continuità**  
Paragrafo 16.1 a pag.285 (in particolare i punti 4, 5 e 6).
- 9.5. **Legge di Bernoulli**  
Paragrafo 16.2 (pag.287).

## 10 INTRODUZIONE ALLA TERMODINAMICA

- 10.1 **Sistemi e grandezze termodinamiche, variabili di stato, descrizione macroscopica e microscopica**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 1, 2, 3 del capitolo 9 (pag.61).
- 10.2 **Equilibrio termico, principio zero della termodinamica**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 2 b) a pag.4.
- 10.3 **Definizione di temperatura, termometro a gas ideale**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par.1.1 a pag.4, primi tre punti del par.1.2 (pag.7).
- 10.4 **Equazione di stato del gas ideale**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par. 3.1 (pag.15).
- 10.5 **Gas reali, equazione di Van der Waals**  
Nel testo *La Fisica del calore*: primi 7 punti del par.3.2 (pag.17).

## 11 PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

- 11.1 **Trasformazioni termodinamiche, trasformazioni quasistatiche, rappresentazione delle trasformazioni**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti da 4 a 13 del cap.9 (pag.61).
- 11.2 **Calore e sua misurazione, calori specifici, calori latenti**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 4, 5, 6 del par.1,2 (pag.7), punti 1 e 2 del cap.5 (pag.31), punto 5 di pag.42, punto 13 di pag.49.
- 11.3 **Lavoro termodinamico**  
Nel testo *La Fisica del calore*: cap.6 (pag.35), punti 9 e 10 a pag.72, punto 3 a pag.73, punti 4 e 5 a pag.74.
- 11.4 **Basi sperimentali ed enunciato, principio di equivalenza, energia interna**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 1, 2, 3, 4, 7, 8 del cap.10 (pag.67).  
In questo sito: pagina *La Fisica del calore - Pagine dimostrative e integrative*, file PDF "Principio di equivalenza".
- 11.5 **Interpretazione microscopica del primo principio**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 2 a pag.67, punto 3 a pag.68.
- 11.6 **Calori specifici ed energia interna dei gas ideali, relazione di Mayer**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 2b) e 3 a pag.32, punto 2 a pag.73.
- 11.7 **Trasformazioni adiabatiche e politropiche dei gas ideali**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 4 e 5 a pag.33, punto 3f a pag.37, punto 6 a pag.74, punto 7 a pag.98.
- 11.8 **Energia interna di un gas di Van der Waals**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 10 a pag.72, problemi 1 e 11 (e relative soluzioni) a pag.163 e seg.

## 12 SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

- 12.1 **Basi sperimentali, trasformazioni reversibili e irreversibili**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 1 a pag.87, punti 8, 9, 10, 11 a pag.8 e seg.
- 12.2 **Macchine termiche e frigorifere, rendimento**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par.11.1 a pag.77.
- 12.3 **Enunciati di Kelvin e di Clausius, equivalenza dei due enunciati**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punti 2, 3, 4 a pag.87.
- 12.4 **Macchina di Carnot, teorema di Carnot**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par.11.2 a pag.79.
- 12.5 **Temperatura termodinamica**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 13 a pag.82.
- 12.6 **Disuguaglianza di Clausius**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 5 a pag.106.
- 12.7 **Entropia, principio di accrescimento dell'entropia ed equivalenza col secondo principio, reversibilità e irreversibilità**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par.13.1 (pag.95), par.13.3 (pag.99).
- 12.8 **Entropia dei gas ideali, delle sorgenti di calore, dei solidi e dei liquidi, degradazione dell'energia (applicazione alle macchine termiche)**  
Nel testo *La Fisica del calore*: par.13.2 (pag.96), cap.14 (pag.109).
- 12.9 **Interpretazione microscopica del secondo principio (cenni sull'equazione di Boltzmann)**  
Nel testo *La Fisica del calore*: punto 6 a pag.101, par.13.4 (pag.102)

### 13 TEORIA CINETICA DEI GAS

#### 13.1 **Modello di gas ideale**

Nel testo *La Fisica del calore*: punto 1 a pag.15.

#### 13.2 **Calcolo cinetico della pressione di un gas**

Nel testo *La Fisica del calore*: punti da 1 a 4 del cap.4 (pag.23).

#### 13.3 **Interpretazione cinetica della temperatura del gas ideale e interpretazione microscopica dell'equazione di stato**

Nel testo *La Fisica del calore*: punti 5 e 6 a pag.25.

In questo sito: pagina *La Fisica del calore – Pagine dimostrative e integrative*, file PDF “Interpretazione microscopica”.

#### 13.4 **Distribuzione maxwelliana della velocità (senza dimostrazione)**

Nel testo: punti da 10 a 14 del cap.4 (pag.23).

#### 13.5 **Interpretazione microscopica dell'energia interna dei gas ideali mono e poliatomici**

Nel testo *La Fisica del calore*: punto 7 a pag.26.

#### 13.6 **Legge di equipartizione dell'energia, calori specifici**

Nel testo *La Fisica del calore*: punto 7 a pag.25, punti 1 e 3 del cap.5 (pag.31)

#### 13.7 **Descrizione microscopica di un gas di Van der Waals**

Nel testo *La Fisica del calore*: primi sette punti del par.3.2 (pag.17)