

# Corso di Laurea in Fisica

## Fisica a II B – 8 CFU

### Corpo rigido – Termodinamica

2005-2006

#### Docenti

Francesco Fidecaro ([francesco.fidecaro@df.unipi.it](mailto:francesco.fidecaro@df.unipi.it)), Giancarlo Cella ([giancarlo.cella@pi.infn.it](mailto:giancarlo.cella@pi.infn.it)), Luca Girlandi ([luca.girlandi@df.unipi.it](mailto:luca.girlandi@df.unipi.it))

**Calendario didattico** (dal [calendario](#) del corso di Laurea in Fisica)

<i>Inizio Lezioni II Semestre</i>	<i>13/02/06</i>	
<i>I Compitino II Semestre</i>	<i>27/03/06</i>	<i>Ore 9</i>
<i>Vacanze di Pasqua</i>	<i>10/04/06</i>	<i>21/04/06</i>
<i>II Compitino II Semestre</i>	<i>29/05/06</i>	<i>Ore 9</i>
<i>Fine Lezioni II Semestre</i>		<i>01/06/06</i>
<i>Esami II Sessione</i>	<i>05/06/06</i>	<i>31/07/06</i>
<i>Esami III Sessione</i>	<i>01/09/06</i>	<i>22/09/06</i>

**Orario** (dal [sito](#) del corso di Laurea in Fisica)

Martedì 9-11 Aule F e F1 (esercitazioni), Mercoledì 9-11 Aula F1 (lezione), Venerdì 9-11 Aula F1 (lezione).

#### Obiettivo del corso

La prima parte del corso completa la Meccanica. Si affronta il corpo rigido nei casi più semplici. Viene studiato il moto di rotazione intorno a un asse con direzione fissata, discutendo similarità e differenze con il moto unidimensionale di un punto materiale. Si discutono le condizioni di equilibrio per un corpo rigido. Infine si accenna al caso della trottola. Vengono poi dati alcuni cenni di statica e dinamica dei fluidi. Si discute inoltre l'oscillatore armonico smorzato e forzato. Lo studente viene messo in grado di discutere problemi di statica e dinamica di corpi rigidi, semplici problemi riguardanti i fluidi.

La seconda parte affronta la Termodinamica, sviluppatasi a cavallo tra il Settecento e l'Ottocento per capire il funzionamento delle macchine termiche, al centro della rivoluzione industriale. Dal punto di vista della Fisica la Termodinamica, assieme alla Chimica, ha aperto la strada alla descrizione della materia in termini di atomi e molecole. Un paradosso della Termodinamica ha visto la sua soluzione nello sviluppo della Meccanica Quantistica, alla base della Fisica moderna. Inoltre la Termodinamica introduce la nozione di disordine e irreversibilità, nuove se confrontate con i concetti della Meccanica. Lo studente impara a calcolare ciò che avviene nelle principali

trasformazioni termodinamiche e vedrà come i gas hanno fornito una delle evidenze dell'esistenza della struttura atomica.

## **Programma**

### **1. Forze interne e forze esterne**

1 Forze interne e forze esterne, terzo principio della dinamica. Moto del centro di massa.

### **2. Momento angolare**

2 Prodotto vettore. Valore del modulo. Definizione di rotazione infinitesima. Il vettore velocità angolare.

3 Momento angolare. Momento di una forza. Braccio del momento della forza. Conservazione del momento angolare. Seconda equazione cardinale.

### **3. Corpo rigido**

4 Corpo rigido. Momento angolare e momento d'inerzia. Lavoro del momento di una forza. Energia cinetica di rotazione.

5 Esercizi sul momento d'inerzia. Dinamica di rotazione attorno a un asse di direzione fissata. Il pendolo fisico.

### **4. Statica**

6 Condizioni necessarie per l'equilibrio dei corpi rigidi. Poligono d'appoggio.

7 Coppia. Ingranaggi e macchine.

### **5. Lavoro e energia nelle rotazioni**

8 Energia potenziale. Forza e momento derivati dall'energia potenziale. Equilibrio stabile, instabile e indifferente.

9 Piccole oscillazioni attorno alla posizione d'equilibrio.

### **6. Momento angolare e velocità angolare non paralleli**

10 Cenni sul tensore d'inerzia. Masse fuori asse, momento sul perno.

11 Giroscopio. Precessione del giroscopio.

### **7. Statica e dinamica dei fluidi.**

12 Stati di aggregazione della materia. Pressione. Legge di Stevino. Leggi di Pascal e di Archimede. Il barometro di Torricelli.

13 Moto stazionario di fluidi perfetti. Linee e tubi di flusso. Equazione di continuità. Legge di Bernoulli e sue applicazioni.

### **8. Oscillatori e onde**

14 L'oscillatore armonico semplice e smorzato. Soluzione a regime e soluzione generale con transiente. Risonanza. Fattore di merito Q.

### **9. Termologia**

15 Sistemi termodinamici. Equilibrio meccanico, chimico e termodinamico. Misure di temperatura. Termometro a gas.

16 Equazione di stato. Diagramma PVT. Esempi di equazioni di stato. Equazione di stato dei gas perfetti.

17 Numero di moli e peso atomico. Lavoro di un sistema termodinamico.

18 Trasformazioni termodinamiche. Lavoro adiabatico. Energia interna.

### **10. Primo principio della termodinamica.**

19 Capacità termica. Conduzione del calore. Calore latente.

20 Conduzione del calore. Esempio. Equazione del calore. Convezione. Corpo nero. Irraggiamento.

21 Gas perfetti. Osservazioni sperimentali. Equazione di stato. Energia interna.  $C_v$  e  $C_p$  di un gas perfetto. Trasformazioni isoterme e adiabatiche.

22 Conversione del lavoro in calore e viceversa. Cicli. Motori termici. Ciclo di Carnot.

23 Formula di Clapeyron. Applicazione alla transizione acqua-ghiaccio.

21 Cicli Stirling, Otto e Rankine.

### **11. Risultati della teoria cinetica dei gas.**

- 24 Teoria cinetica dei gas. Interpretazione microscopica della pressione.  
25 Equazione di stato dei gas perfetti. Significato di temperatura e di calore.  
26 Equiripartizione dell'energia. Calore specifico dei gas e dei solidi.

**12. Secondo principio della termodinamica.**

- 27 Enunciato di Kelvin-Planck del secondo principio della termodinamica. Enunciato di Clausius. Ciclo di Carnot.  
28 Equivalenza degli enunciati di Kelvin-Planck e Clausius. Irreversibilità meccanica, termica, chimica.  
29 Temperatura termodinamica. Legame con la temperatura misurata con i gas perfetti.  
30 Teorema di Clausius. Entropia come funzione di stato. Variazione d'entropia e trasformazioni irreversibili. Minima energia necessaria per una trasformazione termodinamica.  
31 Variazione di energia disponibile. Energia interna. Energia inutilizzabile.  
32 Entropia e probabilità. Cenni sul terzo principio della Termodinamica.

***Libri di testo e di esercizi***

- Fisica I**, Paolo Mazzoldi, Mario Nigro e Cesare Voci, EdiSES.  
**Lezioni di Fisica Generale I**, Luigi Ettore Picasso, ETS.  
**Fisica Generale I**, Sergio Rosati, Editrice Ambrosiana.  
**Fisica I** (Meccanica-Termodinamica C. Mencuccini e Vittorio Silvestrini:). Liguori Editore.  
**Termodinamica**, Enrico Fermi, Boringhieri.  
**The Feynman Lectures on Physics, vol 1**, R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands.  
**Esercizi di Fisica Generale I**, Luigi Ettore Picasso, ETS.  
**Problemi di Fisica Generale I**, Sergio Rosati e Roberto Casali, Editrice Ambrosiana.

***Modalità d'esame***

L'esame prevede una prova scritta e una orale su esercizi. Sono previste inoltre due prove in itinere durante il semestre. Il conseguimento della sufficienza sulla media delle due prove esonera dall'esame scritto qualora si affronti l'esame durante uno dei due appelli della prima sessione utile. E' possibile sostenere in un unico esame più impegnativo Fisica a I e Fisica b I. Anche in questo caso vi è una prova scritta e possibilità di esonero con i compiti.