

## Corso di Laurea in Fisica

### Fisica a I b – 6 CFU

#### Meccanica del punto materiale

2006-2007

#### Docente

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))

#### Obiettivo del corso

Nel corso di Fisica a I si studia il moto di sistemi fisici e le cause che lo provocano. Lo studente impara a descrivere in termini matematici il moto dei punti materiali, inteso come approssimazione di sistemi complessi. Egli vede poi come la matematica appena introdotta consente di formulare i principi della dinamica, risultanti dall'osservazione sistematica in Natura. Lo studente impara ad applicare questi principi nelle condizioni più varie e a risolvere in alcuni casi le equazioni che ne derivano. Dai principi della dinamica si possono dedurre alcune leggi generali, quali la conservazione dell'energia, che permettono di trarre immediatamente importanti conclusioni senza risolvere le equazioni del moto. Alla fine del corso egli sarà in grado di capire il moto di semplici sistemi meccanici e di prevederne il comportamento. Potrà discutere il moto di sistemi con proprietà elastiche, il moto dei pianeti, gli urti, anche dando risultati numerici. I concetti illustrati verranno poi utilizzati, grazie alla loro generalità, in tutta la Fisica.

Il metodo scientifico, formulato da Galileo, è ora patrimonio di numerose discipline. Cardine del metodo è il confronto tra realtà, descritta da misure, e teoria, espressa attraverso previsioni numeriche. Il corso insegna, nel caso del moto di semplici sistemi fisici, come giungere a previsioni numeriche seguendo un procedimento di carattere generale:

- la rappresentazione matematica (scelta delle approssimazioni e formalizzazione) : in meccanica si sceglie un opportuno sistema di riferimento e si usa spesso il punto materiale
- l'applicazione al caso specifico delle leggi generali: dai principi della dinamica si giunge alle equazioni del moto
- lo studio delle soluzioni delle equazioni del moto fino al risultato numerico da confrontare con le misure: una posizione in funzione del tempo.

#### Programma

##### 1. Metodo sperimentale e misure.

1. Metodo sperimentale. Misure. Campioni e processo di misura.. Rappresentazione delle misure. Notazione scientifica e cifre significative. Multipli e sottomultipli.

2 I campioni di lunghezza. Campioni di tempo. Velocità della luce. Campione di massa. Unità di misura derivate. Conversione tra unità di misura.

##### 2. Cinematica

3 Moto unidimensionale. Legge oraria. Velocità media e istantanea. Significato geometrico e analitico.

4 Moto rettilineo uniforme. Velocità e accelerazione. Moto uniformemente accelerato. Passaggio da accelerazione a legge oraria. Significato geometrico e analitico. Condizioni iniziali.

5 Funzioni trigonometriche. Moto armonico. Legge oraria del moto armonico.

6 Moto nel piano: coordinate cartesiane. Vettori. Combinazione lineare di vettori.

7 Vettore velocità. Vettore accelerazione. Calcolo delle componenti.

8 Vettore velocità. Velocità e tangente alla traiettoria. Vettore accelerazione. Moto circolare. Coordinate polari. Velocità e velocità angolare. Accelerazione radiale e tangenziale. Accelerazione angolare. Moto circolare uniformemente accelerato.

9 Moto circolare. Similarità con il moto armonico. Figure di Lissajoux. Moti periodici. Periodo. Frequenza e frequenza angolare.

10 Traslazione dei sistemi di riferimento. Composizione delle velocità. Riferimento uniformemente accelerato.

11 Proprietà dei vettori. Invarianza del prodotto scalare dei vettori per rotazione.

### **3. Dinamica**

12 Primo principio della dinamica. Riferimenti inerziali. Secondo principio della dinamica. Forza peso. Forza elastica. Gravitazione universale.

13 Forze. Reazioni vincolari. Pendolo. Piano inclinato.

14 Attrito. Origine. Forza d'attrito dinamico. Piano inclinato con attrito. Forza d'attrito statico. Equilibrio su un piano inclinato. Tenuta di strada.

15 Terzo principio della dinamica. Masse collegate da una molla. Oscillatori armonici accoppiati. Centro di massa e problema dei due corpi.

16 Forze apparenti. Caso delle traslazioni e del corpo immobile nel riferimento accelerato.

### **4. Principi di conservazione**

17 Lavoro. Definizione e unità. Potenza. Lavoro della forza di gravità. Lavoro della forza d'attrito. Teorema delle forze vive. Energia cinetica.

18 Sistemi di particelle. Centro di massa. Forze interne e forze esterne. Moto del centro di massa.

Conservazione della quantità di moto.

19 Centro di massa. Proprietà del centro di massa. Riferimento del centro di massa. Proprietà. Teorema di Koenig.

### **5. Urti**

20 Urti. Conservazione della quantità di moto. Variabili cinematiche. Caso unidimensionale. Urto totalmente anelastico. Urto elastico.

21 Urti. Studio nel sistema di riferimento del centro di massa. Espressione della quantità di moto nel centro di massa. Caso bidimensionale. Angolo limite. Dissipazione di energia nell'urto.

22 Massimo avvicinamento tra due masse separate da una molla. Forza impulsiva. Confronto con il calcolo esatto nel caso dell'oscillatore armonico.

23 Potenza necessaria per un nastro trasportatore. Moto a reazione.

### **6. Momento angolare**

24 Prodotto vettore. Definizione di rotazione infinitesima. Il vettore velocità angolare.

25 Momento angolare e momento di una forza. Momento delle forze impulsive. Conservazione del momento angolare. Conseguenze per una forza centrale.

### **7. Sistemi in rotazione**

26 Momento angolare e momento d'inerzia. Energia cinetica di rotazione.

27 Lavoro del momento di una forza. Energia potenziale. Forza e momento derivati dall'energia potenziale.

28 Equilibrio stabile, instabile e indifferente. Piccole oscillazioni attorno alla posizione d'equilibrio.

### **8. Forze apparenti**

29 Riferimenti non inerziali. Forze apparenti. Riferimenti in rotazione. Accelerazione di Coriolis.

30 Principio di equivalenza tra forze apparenti e forza gravitazionale. Forze di marea.

### **9. Moto in un campo gravitazionale**

31 Moto in un campo centrale. Potenziale centrifugo. Problema di Keplero.

32 Soluzione del problema di Keplero.

33 Moto dei pianeti. Leggi di Keplero. Satellite geostazionario.

### **9. Oscillatore armonico smorzato e forzato**

34 Oscillatore armonico smorzato. Numeri complessi e soluzione generale.

35 Oscillatore armonico smorzato. Smorzamento critico e soluzione. Oscillatore forzato.

36 Oscillatore armonico forzato. Larghezza della risonanza.

### *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.

**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 considerare i corsi di Fisica a I b e Fisica a II b come un corso annuale. In questo caso le prove in itinere sono quattro e il conseguimento della sufficienza sulla media delle tre prove migliori esonera dall'esame scritto qualora si affronti l'esame complessivo durante uno degli appelli della prima sessione utile.

