

Appunti di Fisica 1

Giacomo Simonetto

Secondo semestre 2023-24

Sommario

Appunti del corso di Fisica 1 - (Meccanica e termodinamica) della facoltà di Ingegneria Informatica dell'Università di Padova.

Indice

1	Introduzione	4
1.1	Interazioni fondamentali	4
2	Il punto materiale	4
2.1	Introduzione al punto materiale	4
2.2	Grandezze elementari	4
2.3	Punto materiale in movimento - cinematica	5
2.4	Moto armonico semplice	6
2.5	Moto circolare uniforme	6
3	Funzioni goniometriche (ripasso e proprietà)	6
4	Vettori e versori	6
4.1	Introduzione	6
4.2	Somma di vettori	6
4.3	Prodotto per uno scalare	6
4.4	Versori	6
4.5	Prodotto scalare	6
4.6	Prodotto vettore	6
4.7	Derivata di vettore	6
5	Dinamica del punto materiale	8
5.1	Prima legge della dinamica	8
5.2	Seconda legge della dinamica	8
5.3	Terza legge della dinamica	8
5.4	Sistemi di riferimento inerziali	8
5.5	Forza gravitazionale universale	8
5.6	Forza elastica	8
5.7	Forza di reazione vincolare	8
5.8	Forza di attrito radente	8
5.9	Forza di attrito viscoso	8
6	Trovare le equazioni del moto	8
6.1	Piano inclinato	8
6.2	Oscillatore armonico semplice	8
6.3	Trovare le soluzioni del moto per una forza generica in 1D	8
6.4	Oscillatore armonico con l'azione della forza peso	8
6.5	Oscillatore armonico smorzato (con forza peso e attrito)	8
6.6	Risonanza e oscillatore armonico	8
6.7	Velocità limite	8
6.8	Fili in tensione	8
6.9	Pendolo semplice	8
6.10	Pendolo conico	8
6.11	Curve sopraelevate (paraboliche)	8
7	Lavoro ed energia	8
7.1	Introduzione	8
7.2	Lavoro della forza peso	8
7.3	Lavoro della forza peso	8
7.4	Lavoro della forza elastica	8
7.5	Lavoro della forza di reazione vincolare	8
7.6	Lavoro della forza di attrito radente	8
7.7	Segno del lavoro	8

8	Forze conservative e non conservative	8
8.1	Introduzione	8
8.2	Energia potenziale	8
8.3	Teorema dell'energia cinetica	8
8.4	Applicazioni del lavoro ed energia	8
8.5	Potenza	8
8.6	Gradiente di una forza	8
9	Quantità conservate	8
9.1	Lavoro	8
9.2	Impulso	8
9.3	Momento angolare	8
9.4	Applicazioni del momento angolare	8
10	Trasformazioni tra sistemi di riferimento	8
10.1	Posizione	8
10.2	Velocità	8
10.3	Accelerazione	8
10.4	Forze e forze apparenti	8
10.5	Esperimento di Guglielmini	8

1 Introduzione

1.1 Interazioni fondamentali

Le interazioni (o forze) fondamentali sono:

1. forza gravitazionale: scoperta per prima nel 1600 circa da Galileo
2. forza elettromagnetica: scoperta nel 1800
3. forza debole: legata ai costituenti degli atomi (radioattività)
4. forza forte: legata ai costituenti degli atomi (quark)

Si sta cercando un legame tra la forza elettromagnetica e quella debole (forza elettrodebole) e una teoria che lega le forze elettromagnetica, debole e forte (teoria delle forze unificate). La forza gravitazione è considerata particolare in quanto:

- è molto meno intensa delle altre
- ha solo "carica" positiva (non esiste massa negativa)
- spazio e forza gravitazionale non possono essere separati
- non si è ancora riusciti a comprenderla quantisticamente

2 Il punto materiale

2.1 Introduzione al punto materiale

È una finzione matematica in quanto non esiste nella realtà, ma serve come approssimazione. Non ha estensione, ma ha una massa m ed è possibile determinarne la posizione. In un sistema di riferimento (cartesiano con 3 assi), la posizione è data dal vettore $\vec{r}_0 = (x_0, y_0, z_0)$.

2.2 Grandezze elementari

massa: m , l'unità di misura è $[m] = kg$

posizione: $\vec{r}_0 = (x_0, y_0, z_0)$, con unità di misura $[x_0] = [y_0] = [z_0] = m$

tempo: t , con unità di misura $[t] = s$

2.3 Punto materiale in movimento - cinematica

Posizione

La posizione nello spazio di un punto sono le coordinate del punto in un sistema di riferimento cartesiano di 3 assi.

$$\vec{r}(t) = (x_0(t), y_0(t), z_0(t)) \quad [x_0] = [y_0] = [z_0] = m$$

Velocità

La velocità è lo spazio percorso in un tempo piccolo.

$$\vec{v}(t) = \frac{d}{dt} \vec{r}(t) \quad [v] = \frac{m}{s}$$

Per ottenere la posizione dalla velocità:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t_1} \vec{v}(\tau) d\tau$$

Accelerazione

L'accelerazione è la variazione della velocità nel tempo.

$$\vec{a}(t) = \frac{d}{dt} \vec{v}(t) = \frac{d^2}{dt^2} \vec{r}(t) \quad [a] = \frac{m}{s^2}$$

Per ottenere la velocità dall'accelerazione:

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_{t_0}^{t_1} \vec{a}(\tau) d\tau$$

Per ottenere la posizione dall'accelerazione:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t_1} \left(\vec{v}_0(\tau) + \int_{t_0}^{t_1} \vec{a}(\tau) d\tau \right) d\tau \quad \left(= \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \int_{t_0}^{t_1} \int_{t_0}^{t_1} \vec{a}(\tau) d\tau^2 \right)$$

Moto uniformemente accelerato

Moto con accelerazione costante, le leggi orarie sono:

$$\begin{cases} \vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{1}{2} \vec{a}(t - t_0)^2 \\ \vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}(t - t_0) \end{cases}$$

Per convenzione si sceglie $t_0 = 0$:

$$\begin{cases} \vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2 \\ \vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} t \end{cases}$$

Si osserva che per trovare $\vec{r}(t)$ a partire dall'accelerazione è necessario conoscere i due dati iniziali \vec{r}_0 (posizione) e \vec{v}_0 (velocità), in quanto sono stati fatti due integrali nel calcolo.

Ogni vettore $\vec{r}(t)$, $\vec{v}(t)$ e $\vec{a}(t)$ può essere scomposto nelle tre componenti x, y, z degli assi cartesiani ottenendo tre equazioni del moto, una per ogni asse.

Esempi di applicazioni:

- caduta di un grave (da fermo e con moto orizzontale)
- moto di due automobili sulla stessa retta
- moto di un proiettile (con angolo iniziale θ rispetto al suolo)

2.4 Moto armonico semplice

2.5 Moto circolare uniforme

3 Funzioni goniometriche (ripasso e proprietà)

4 Vettori e versori

4.1 Introduzione

4.2 Somma di vettori

4.3 Prodotto per uno scalare

4.4 Versori

4.5 Prodotto scalare

4.6 Prodotto vettore

4.7 Derivata di vettore

5 Dinamica del punto materiale

- 5.1 Prima legge della dinamica
- 5.2 Seconda legge della dinamica
- 5.3 Terza legge della dinamica
- 5.4 Sistemi di riferimento inerziali
- 5.5 Forza gravitazionale universale
- 5.6 Forza elastica
- 5.7 Forza di reazione vincolare
- 5.8 Forza di attrito radente
- 5.9 Forza di attrito viscoso

6 Trovare le equazioni del moto

- 6.1 Piano inclinato
- 6.2 Oscillatore armonico semplice
- 6.3 Trovare le soluzioni del moto per una forza generica in 1D
- 6.4 Oscillatore armonico con l'azione della forza peso
- 6.5 Oscillatore armonico smorzato (con forza peso e attrito)
- 6.6 Risonanza e oscillatore armonico
- 6.7 Velocità limite
- 6.8 Fili in tensione
- 6.9 Pendolo semplice
- 6.10 Pendolo conico
- 6.11 Curve sopraelevate (paraboliche)

7 Lavoro ed energia

- 7.1 Introduzione
- 7.2 Lavoro della forza peso
- 7.3 Lavoro della forza peso
- 7.4 Lavoro della forza elastica
- 7.5 Lavoro della forza di reazione vincolare
- 7.6 Lavoro della forza di attrito radente
- 7.7 Segno del lavoro

8 Forze conservative e non conservative

- 8.1 Introduzione
- 8.2 Energia potenziale

Potenziali da ricordare

Potenziali in 1D

- 8.3 Teorema dell'energia cinetica