

Sergio Frasca

Fisica Applicata – 1

INTRODUZIONE AL CORSO

RICHIAMI DI MATEMATICA

FONDAMENTI DI MECCANICA

Il docente

- ▶ **Sergio Frasca**
- ▶ Dipartimento di Fisica – Edificio Marconi – presso G23, piano terra
- ▶ Sapienza Università di Roma

- ▶ Tel 06 49914213
- ▶ Email: sergio.frasca@roma1.infn.it

Il corso: Fisica Applicata

- ▶ Parte di **BASI FISICHE E CHIMICHE e BASI DELLA CONOSCENZA SCIENTIFICA**
- ▶ **20 ore + prove di esonero**
- ▶ **Il Mercoledì, dalle 16:10 alle 18:40 o dalle 14:30 alle 17**
- ▶ **Due prove d'esonero (test a risposta multipla), non obbligatorie, ma convenienti**
- ▶ **Chi non supera gli esoneri deve sostenere l'esame con test**
- ▶ **In casi particolari si può sostenere l'esame orale.**

Il libro di testo

D.Scannicchio, E.Giroletti

Elementi di Fisica Biomedica



I siti del corso

Ci sono due siti del corso:

- ▶ Uno esterno, generic, <http://grwavsf.roma1.infn.it/fisapp> . Qui potete trovare le informazioni dettagliate per accedere al sito e-learning.
- ▶ Uno ufficiale, nel Sistema Moodle della Sapienza. Per accedervi dovete utilizzare lo username e la password usate per Infostud. Per accedere:
<http://elearning2.uniroma1.it/>
quindi cliccare Facoltà e Corsi e poi Facoltà > Medicina e Odontoiatria > Professioni sanitarie > Lauree Triennali > FISICA APPLICATA - Polo di Rieti
- ▶ In questo sito troverete le trasparenze del corso, esercizi, i risultati degli esoneri, un forum per discussion e un modo rapido per comunicare tra me e voi.

Di cosa parleremo

Settimana	Argomento
1	Introduzione al corso, richiami di matematica, fondamenti di Meccanica
2	Energia e lavoro, rotazioni, biomeccanica
3	I fluidi, il sangue come fluido, elettroforesi e centrifugazione
4	Termodinamica, metabolism, diffusione
5	I esonero
6	Onde, Acustica, ottica
7	Elettricità, magnetism, onde elettromagnetiche
8	Fisica nucleare, radiazioni ionizzanti, tomografia
9	Il esonero

Partiremo dai principi fisici di base

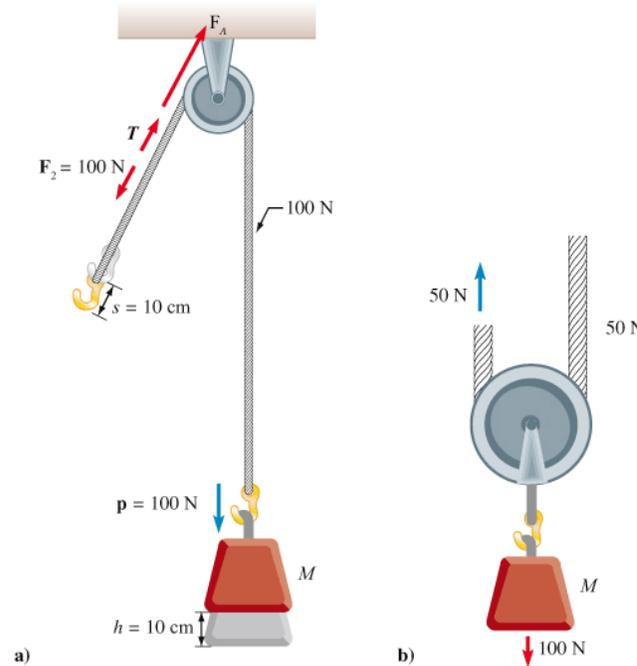


Figura 4.6

(a) Carrucola fissa. (b) Carrucola mobile per la quale il guadagno è $G \cong 2$.

Per capire fisicamente il funzionamento del corpo umano

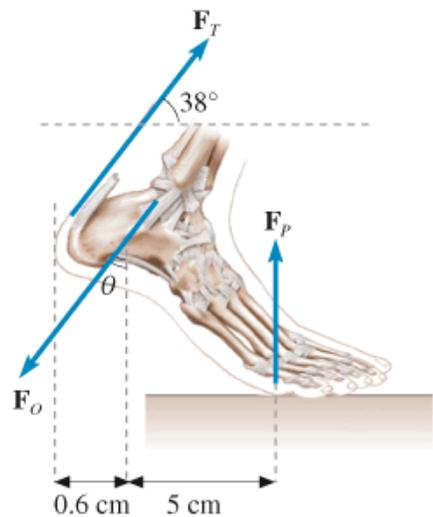


Figura 5.16

Anatomia semplificata del piede e diagramma delle forze agenti quando il soggetto è accovacciato.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
Edises

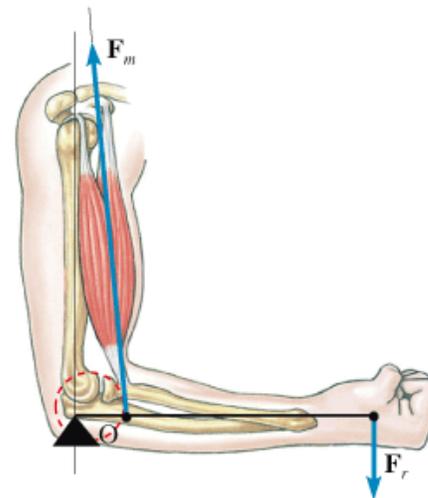


Figura 5.7

Leva di terzo tipo: articolazione del gomito.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
Edises

7.2 Il circuito idrodinamico del sangue

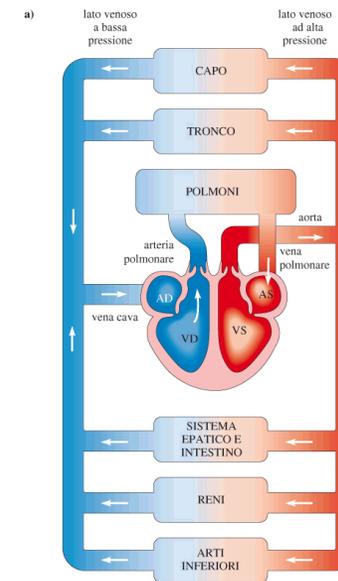
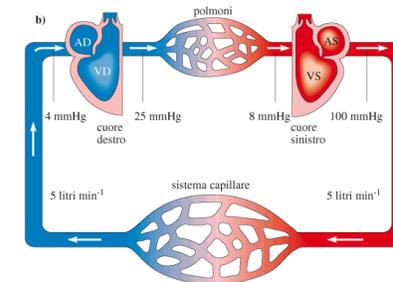


Figura 7.2

(a) Schema del sistema circolatorio. I condotti sia nel grande circolo, sia nel circuito polmonare si diramano a partire dall'aorta (o dalla vena polmonare) in arterie di calibro sempre minore, poi in arteriole e queste in capillari, attraverso le cui pareti avvengono gli scambi di sostanze alle e dalle cellule (Capitolo 14). I capillari si riuniscono poi in vene, queste in vene che riportano il sangue al cuore (vena cava e vena polmonare). (b) Circuito idrodinamico equivalente a quello del sistema circolatorio. Sono riportati i valori normali, mediati nel tempo, delle portate e delle pressioni in ingresso e in uscita dal cuore. La pressione indicata è relativa a quella esterna al circuito.

LEGENDA:
AD = atrio destro,
VD = ventricolo destro,
AS = atrio sinistro,
VS = ventricolo sinistro.



e dei moderni e antichi strumenti di diagnostica e terapia medica

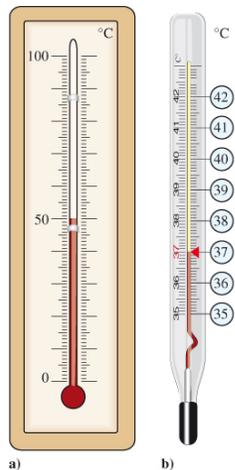


Figura 10.2

(a) Termometro a mercurio, oggi galinstan'. (b) Termometro clinico, in cui si osserva il mercurio trattenuto dalla strozzatura nel capillare. La freccia indica la temperatura normale media del corpo umano.

Figura 13.17

Immagine ecografica 3D di un feto di 29 settimane.



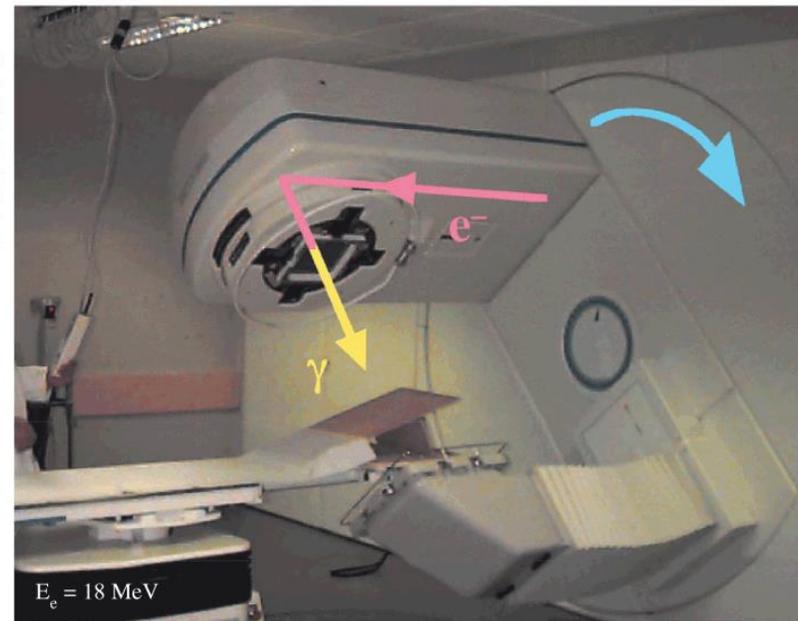
Figura 21.8

Moderno dispositivo a raggi X: il lettino può essere ruotato per eseguire radiografie con il soggetto in posizione eretta. Il tubo a raggi X alloggia nella parte in alto, mentre sotto il lettino si inseriscono la pellicola radiografica e gli schermi o la struttura di rinforzo (§21.5b). (S.C. Radiologia – IRCCS San Matteo, Pavia).



Figura 22.34

Acceleratore lineare in una sala di trattamento. Gli elettroni accelerati, attraversando opportuni materiali, vengono convertiti in fotoni γ (radiazione di frenamento, §21.4b). La testata isocentrica permette di ruotare l'acceleratore in modo da irraggiare il paziente sul lettino da diverse direzioni.



La Fisica e il metodo scientifico

- ▶ La **Fisica** è la scienza che studia i fenomeni più basilari (= semplici) della natura, al fine di darne una accurata descrizione e interpretare (**costruire una teoria**) il loro svolgimento o le relazioni tra di essi.
- ▶ Per far ciò la Fisica individua alcune **grandezze fisiche** (per esempio la massa di un corpo, la lunghezza, la temperatura,...) che possiamo misurare.
- ▶ La Fisica, come le altre scienze naturali, è una scienza sperimentale, perché si parte dalle osservazioni, si costruisce una **teoria**, e quindi si verifica la teoria con ulteriori osservazioni.
- ▶ Un **esperimento** è un procedimento per osservare al meglio le caratteristiche di un fenomeno di nostro interesse.
- ▶ Se troviamo un fenomeno non spiegabile dalla teoria, dobbiamo modificare la teoria.
- ▶ Una teoria non è «la Verità», ma uno strumento che sintetizza le nostre conoscenze su un fenomeno in un dato momento storico.
- ▶ Una teoria è tanto migliore, quanto più è semplice e quanti più fenomeni spiega.

Grandezze fisiche e dimensioni (esempio della meccanica)

- ▶ **Grandezze base:**
 - ▶ lunghezza [L]
 - ▶ tempo [T]
 - ▶ massa [M]
- ▶ **Grandezze derivate (esempi):**
 - ▶ Area [L²]
 - ▶ Volume [L³]
 - ▶ Velocità [LT⁻¹]
 - ▶ Densità [L⁻³M]
 - ▶ Forza [LT⁻²M]
- ▶ **Quando si scrive un'equazione i due termini devono avere le stesse dimensioni. Non si possono sommare o sottrarre due grandezze fisiche con dimensioni diverse.**

Grandezze fisiche e dimensioni (esempio della meccanica)

▶ Grandezze base:

- ▶ lunghezza [L]
- ▶ tempo [T]
- ▶ massa [M]

▶ Grandezze derivate (esempi):

- ▶ Area [L²]
- ▶ Volume [L³]
- ▶ Velocità [LT⁻¹]
- ▶ Densità [L⁻³M]
- ▶ Forza [LT⁻²M]

Un'equazione è un'eguaglianza matematica tra due espressioni. In Fisica tale eguaglianza deve essere anche tra le dimensioni fisiche delle due espressioni.

Quindi quando si scrive un'equazione i due termini devono avere le stesse dimensioni. Non si possono sommare o sottrarre due grandezze fisiche con dimensioni diverse.

La misura di una grandezza fisica

- ▶ Per eseguire la misura di una grandezza fisica dobbiamo innanzitutto definire l'**unità di misura** e quindi usare un opportuno **strumento di misura** tarato in quella unità (esempio: misura della massa di un corpo con una bilancia tarata in grammi).
- ▶ Il valore trovato non è il valore vero della misura della grandezza, ma al più una buona approssimazione. La differenza tra il valore trovato e il valore vero è detto errore di misura. Esso è dovuto a varie cause; le principali sono
 - ▶ l'**errore di lettura** dovuto al limitato numero di cifre dello strumento
 - ▶ l'**errore sistematico** dovuto per esempio a imprecisioni nella costruzione dello strumento
 - ▶ l'**errore casuale** dovuto a varie cause esterne, per esempio disturbi
- ▶ A causa della presenza di questi errori, il risultato di una misura non è definito da un valore, ma da un intervallo di valori e quindi spesso viene indicato così

$$m \pm \Delta m$$

dove **m** è il valore indicato dallo strumento e **Δm** è detta l' **incertezza della misura**.

I sistemi di unità di misura

Le unità di misura fisiche sono in genere organizzate in modo razionale a partire da alcune unità base, costituendo dei sistemi di unità di misura.

Il più noto è il **Sistema Internazionale**, o **SI**, che ha come unità di base (per la meccanica) il **metro (m)** per la lunghezza, il **secondo (s)** per il tempo e il **chilogrammo (kg)** per la massa. Da queste si costruiscono le unità derivate.

Molto usato è anche il **CGS** (che parte dal centimetro, il grammo e il secondo).

Nell'uso comune spesso si usano anche unità non coordinate (sistemi pratici).

TABELLA 1.1 Esempi di unità in diversi sistemi di unità di misura

GRANDEZZE FONDAMENTALI	S.I.	C.G.S.	SISTEMI PRATICI
massa	chilogrammo	grammo	grammomolecola
lunghezza	metro	centimetro	angstrom
tempo	secondo	secondo	minuto, ora
corrente elettrica	ampère		
GRANDEZZE DERIVATE			
volume	m^3	cm^3	litro
densità	$kg\ m^{-3}$	$g\ cm^{-3}$	
forza	$kg\ m\ s^{-2}$ (newton)	$g\ cm\ s^{-2}$ (dyna)	kg_{peso}
velocità	$m\ s^{-1}$	$cm\ s^{-1}$	mm/s, km/ora
pressione	$newton\ m^{-2}$ (pascal)	$dyna\ cm^{-2}$ (baria)	atmosfera, mmHg, cmH_2O
lavoro, energia, calore	$kg\ m^2\ s^{-2}$ (joule)	$g\ cm^2\ s^{-2}$ (erg)	caloria, Caloria
carica elettrica	s · ampère (coulomb)	u.e.s.	

Conversioni di misure

TABELLA 1.2 Esempi di conversione tra unità di misura di sistemi diversi

GRANDEZZA FISICA	FATTORI DI CONVERSIONE
lunghezze volumi	1 micron (μm) = 10^{-4} cm 1 angstrom (\AA) = 10^{-8} cm 1 litro = 1000 cm^3
forze pressioni	1 dyna = 10^{-5} newton 1 torr (1 mmHg) = $1.333 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ 1 atm = 760 torr = $1.013 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1.013 \cdot 10^6 \text{ dyne cm}^{-2}$
lavoro ed energia	1 erg = 10^{-7} joule (J) 1 cal = 4.18 J 1 kWh = $3.6 \cdot 10^6$ J
potenza	1 hp = 735 W
densità concentrazione	1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3 1 g/litro = 10^{-3} g/cm^3
velocità angolare flusso (portata)	1 giro/s = 6.28 rad/s 1 litro/min = 16.6 cm^3/s

Grandezze scalari e grandezze vettoriali

- ▶ Molte grandezze fisiche non sono definite soltanto da un valore numerico, ma anche da una direzione e da un verso (e talvolta anche da un punto di applicazione). Queste grandezze sono dette grandezze vettoriali e sono rappresentate da un vettore.
- ▶ Le grandezze definite solo dal valore numerico (per esempio la massa, l'energia, la temperatura,...) sono dette grandezze scalari.
- ▶ Per distinguere grandezze vettoriali e scalari, indicheremo in genere i vettori in grassetto o con sopra una freccina.

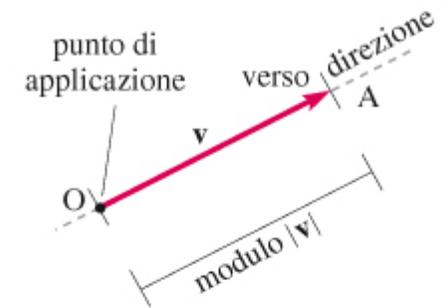


Figura 1.1

Rappresentazione geometrica di un vettore mediante un segmento orientato.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdISES

Grandezze vettoriali

- ▶ Lo spostamento s (misurato nel Sistema Internazionale in metri e suoi multipli e sottomultipli)
- ▶ La velocità v indicante la variazione (istantanea) dello spostamento

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}(t_2) - \vec{s}(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\overrightarrow{\Delta s}}{\Delta t}$$

- ▶ L'accelerazione a indicante la variazione (istantanea) della velocità

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$$

- ▶ Se i due tempi sono molto vicini parliamo di variazione istantanea, altrimenti di velocità o accelerazione media.

Vettori e componenti

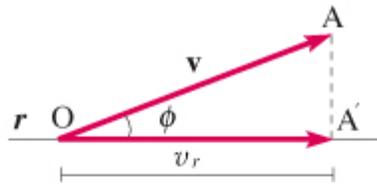


Figura 1.2

Proiezione del vettore \mathbf{v} sulla retta r : v_r rappresenta la componente del vettore \mathbf{v} lungo la direzione r .



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
Edises

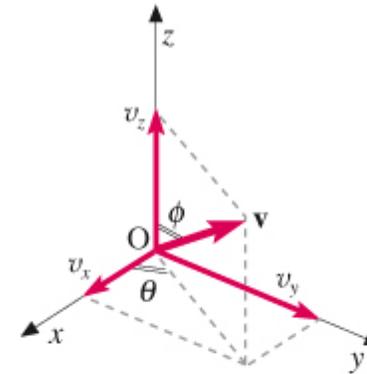


Figura 1.3

Rappresentazione di un vettore mediante le tre componenti in un sistema di riferimento cartesiano ortogonale.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
Edises

Somma e differenza di due vettori (metodo grafico)

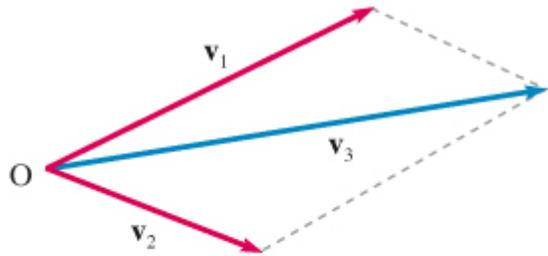
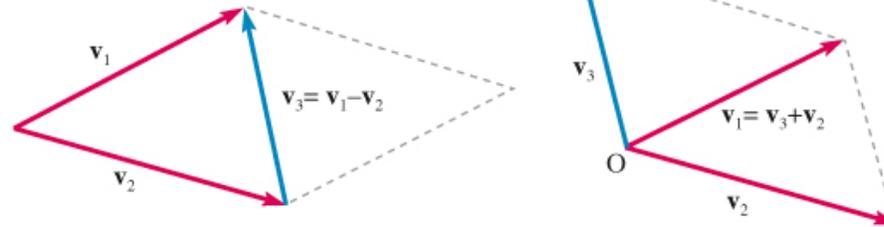


Figura 1.4

Somma di due vettori v_1 e v_2 con il metodo grafico.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

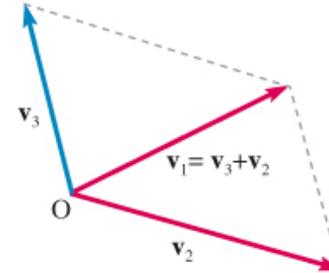


Figura 1.6

Differenza di due vettori v_1 e v_2 con il metodo grafico del parallelogramma. Se il vettore v_3 avesse verso opposto, la somma $v_3 + v_2$ non sarebbe il vettore v_1 .

Somma e differenza di due vettori (metodo analitico)

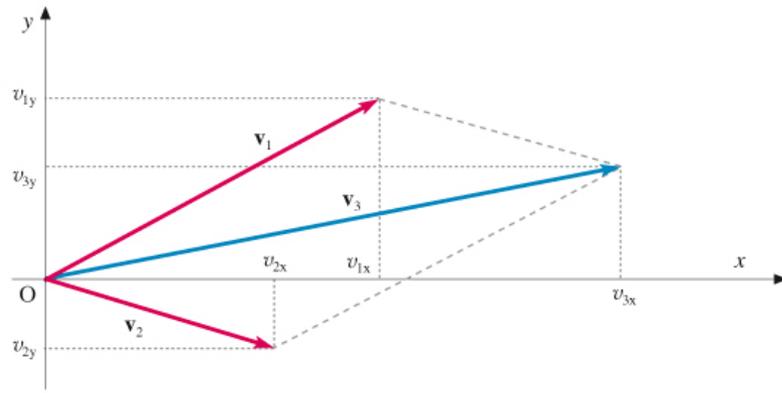


Figura 1.5

Somma di due vettori \mathbf{v}_1 e \mathbf{v}_2 con il metodo analitico (somma delle componenti omologhe):

$$v_{3x} = v_{1x} + v_{2x}, \quad v_{3y} = v_{1y} + v_{2y}.$$



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

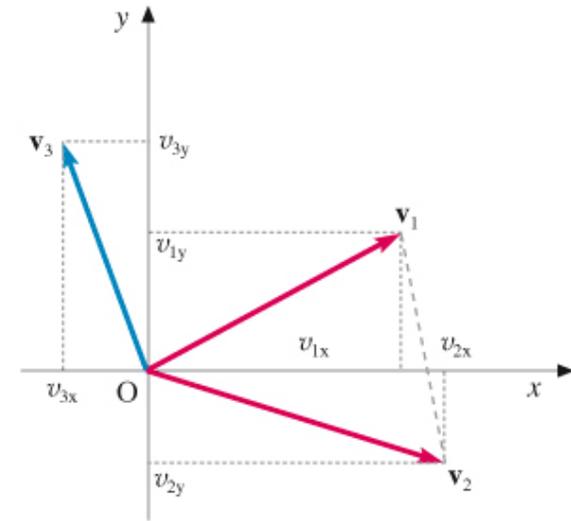


Figura 1.7

Differenza di due vettori \mathbf{v}_1 e \mathbf{v}_2 con il metodo analitico (differenza delle componenti omologhe):

$$v_{3x} = v_{1x} + v_{2x}$$

$$v_{3y} = v_{1y} + v_{2y}$$



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Prodotto scalare e vettoriale di due vettori

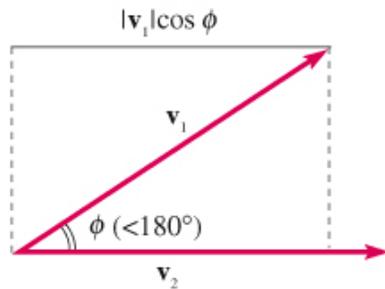


Figura 1.8

Il prodotto scalare di due vettori v_1 e v_2 si ottiene moltiplicando il modulo dell'uno per la proiezione del primo sul secondo o viceversa.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

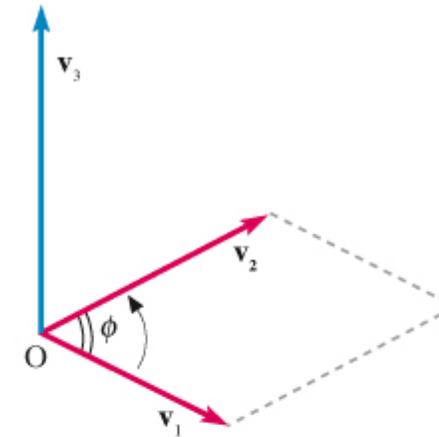


Figura 1.9

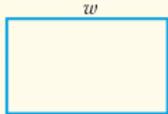
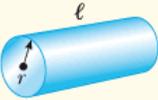
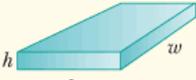
Il prodotto vettoriale dei due vettori v_1 e v_2 genera il vettore v_3 .



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Cenni di Geometria

TABELLA 1.4 Utili informazioni di geometria

FORMA	AREA O PERIMETRO	FORMA	AREA O VOLUME
 rettangolo	$\text{area} = \ell w$ $\text{perimetro} = 2\ell + 2w$	 sfera	$\text{superficie} = 4\pi r^2$ $\text{volume} = \frac{4\pi r^3}{3}$
 cerchio	$\text{area} = \pi r^2$ $\text{circonferenza} = 2\pi r$	 cilindro	$\text{superficie laterale} = 2\pi r \ell$ $\text{volume} = \pi r^2 \ell$
 triangolo	$\text{area} = \frac{1}{2}bh$	 parallelepipedo	$\text{superficie} = 2(\ell h + \ell w + hw)$ $\text{volume} = \ell wh$



D. Scannicchio, E. Giroletti
 Elementi di Fisica Biomedica
 EdiSES

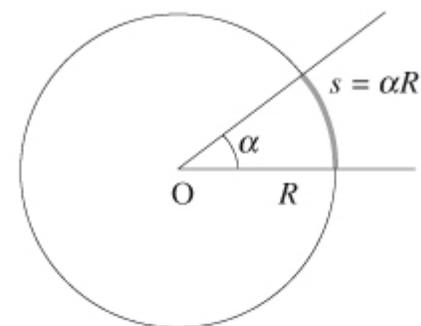


Figura 1.11

L'angolo α viene definito come il rapporto tra l'arco s e il raggio R della circonferenza. In questo modo l'angolo α viene misurato in radianti.



D. Scannicchio, E. Giroletti
 Elementi di Fisica Biomedica
 EdiSES

Funzioni

Funzione generica

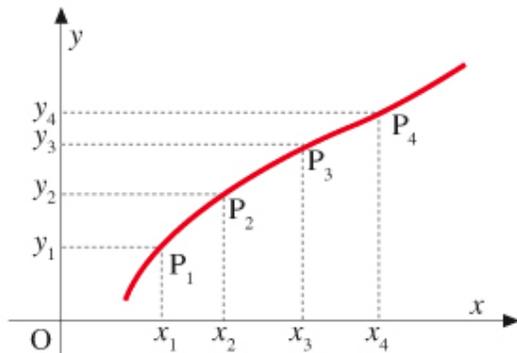


Figura 1.12

Dalle coppie di coordinate (x_i, y_i) si costruisce la curva corrispondente alla $f(x)$.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Funzione lineare $y = ax + b$

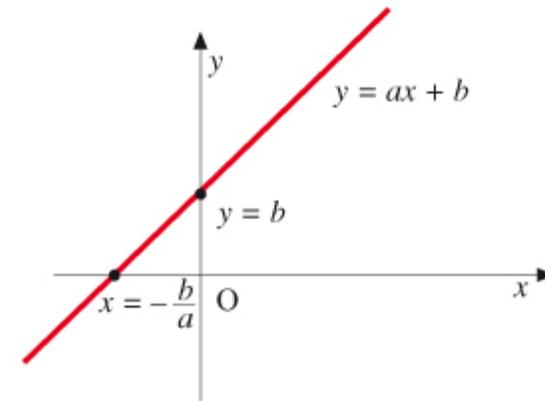


Figura 1.13

Rappresentazione grafica della funzione lineare.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Fasci di rette

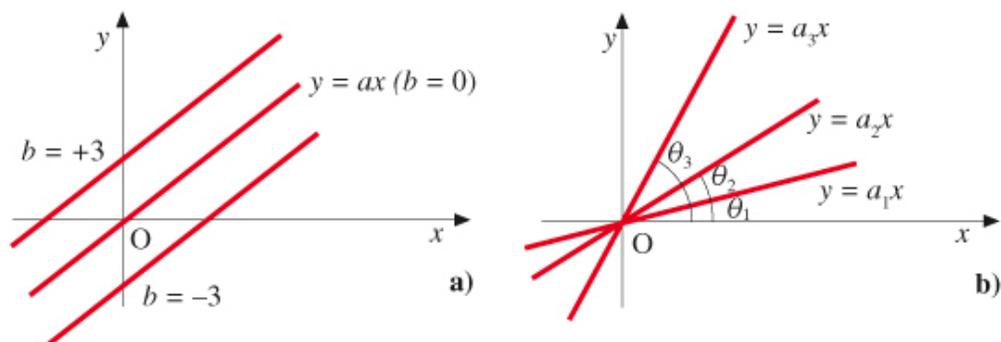


Figura 1.14

(a) La funzione lineare al variare del coefficiente b e (b) la funzione lineare al variare del coefficiente a (coefficiente angolare).



Funzioni lineari: esempio fisico

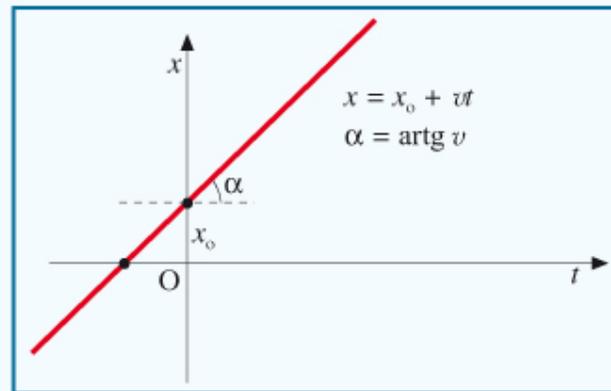


Figura 1.15

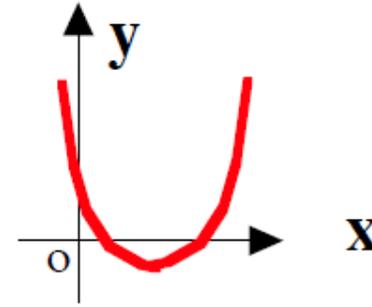
Rappresentazione grafica del moto rettilineo uniforme.



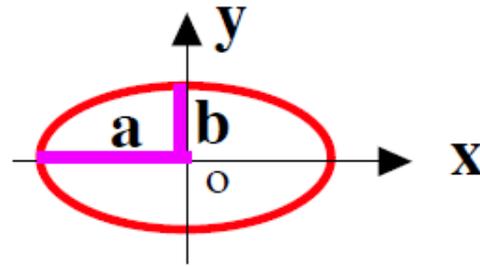
D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

FUNZIONI QUADRATICHE

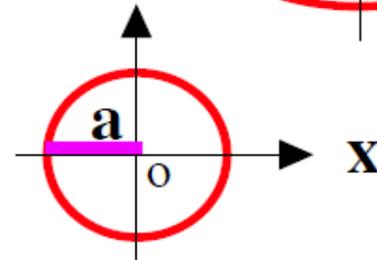
parabola : $y = a x^2 + b x + c$



ellisse : $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

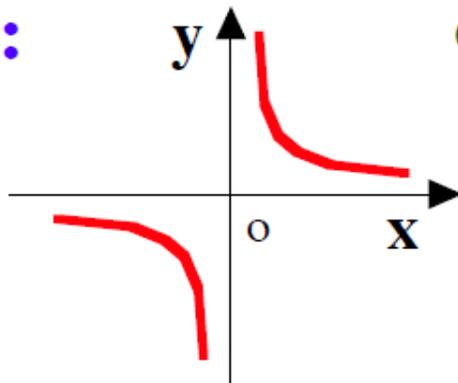


circonferenza : $x^2 + y^2 = a^2$

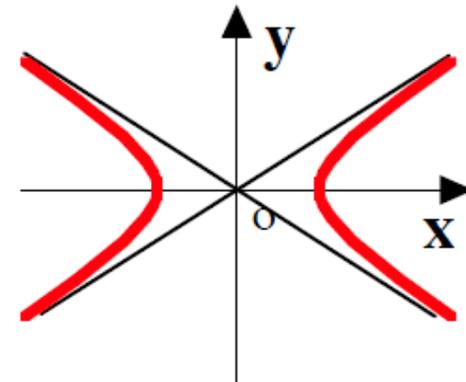


iperbole : oppure

$$y = \frac{k}{x}$$

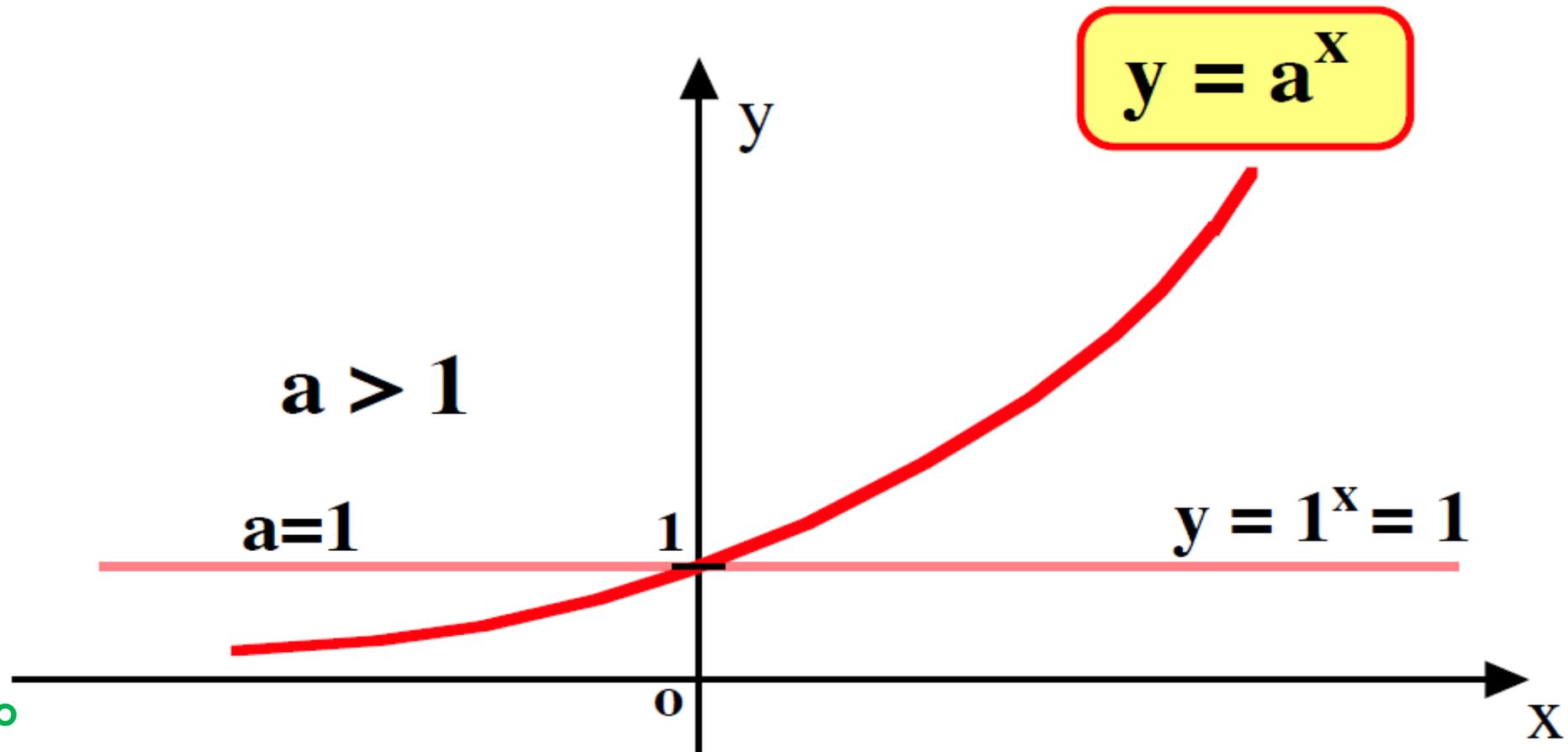


$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$



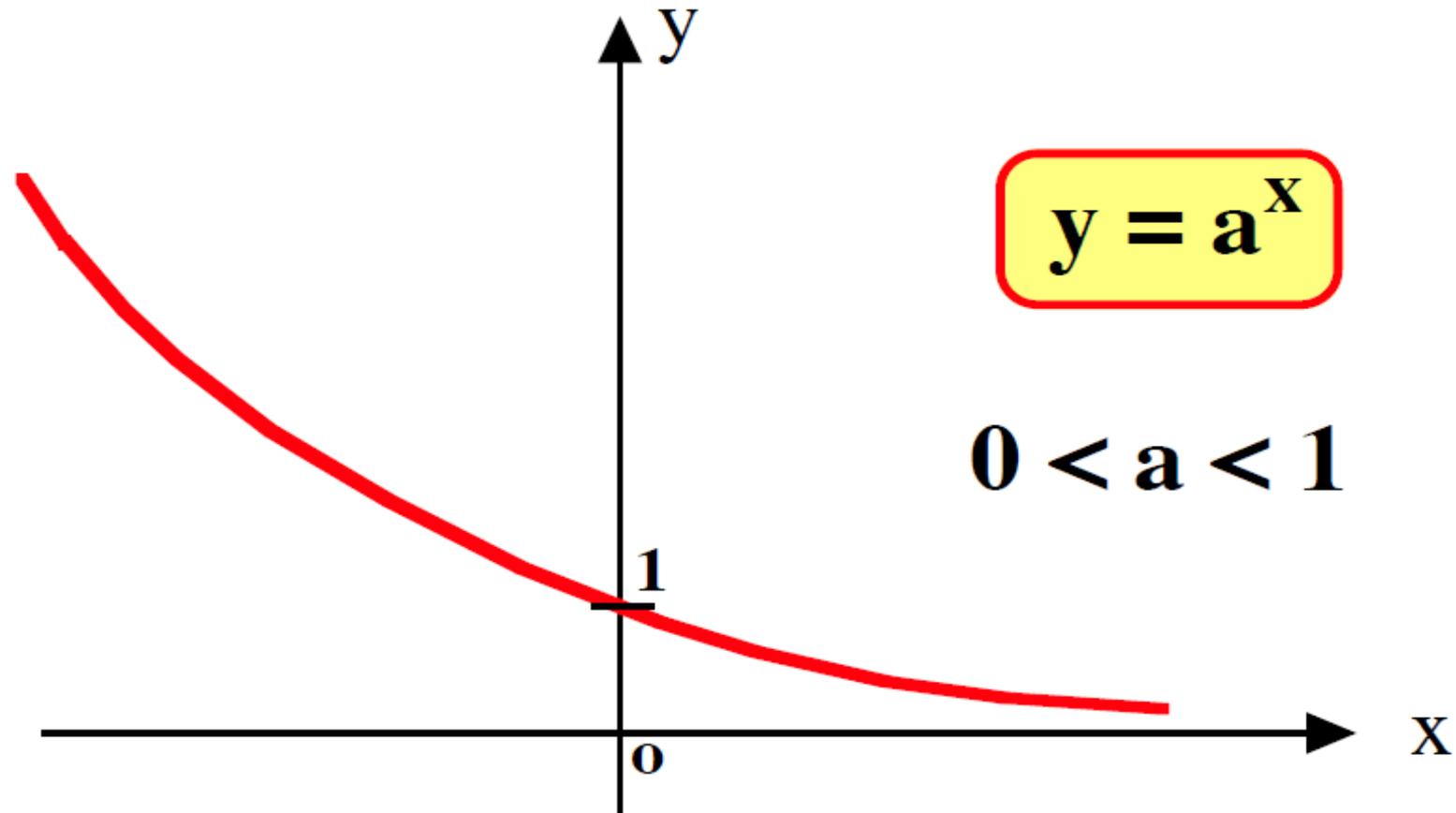
FUNZIONE ESPONENZIALE

funzione esponenziale con base a
 $a =$ numero reale positivo maggiore di 1



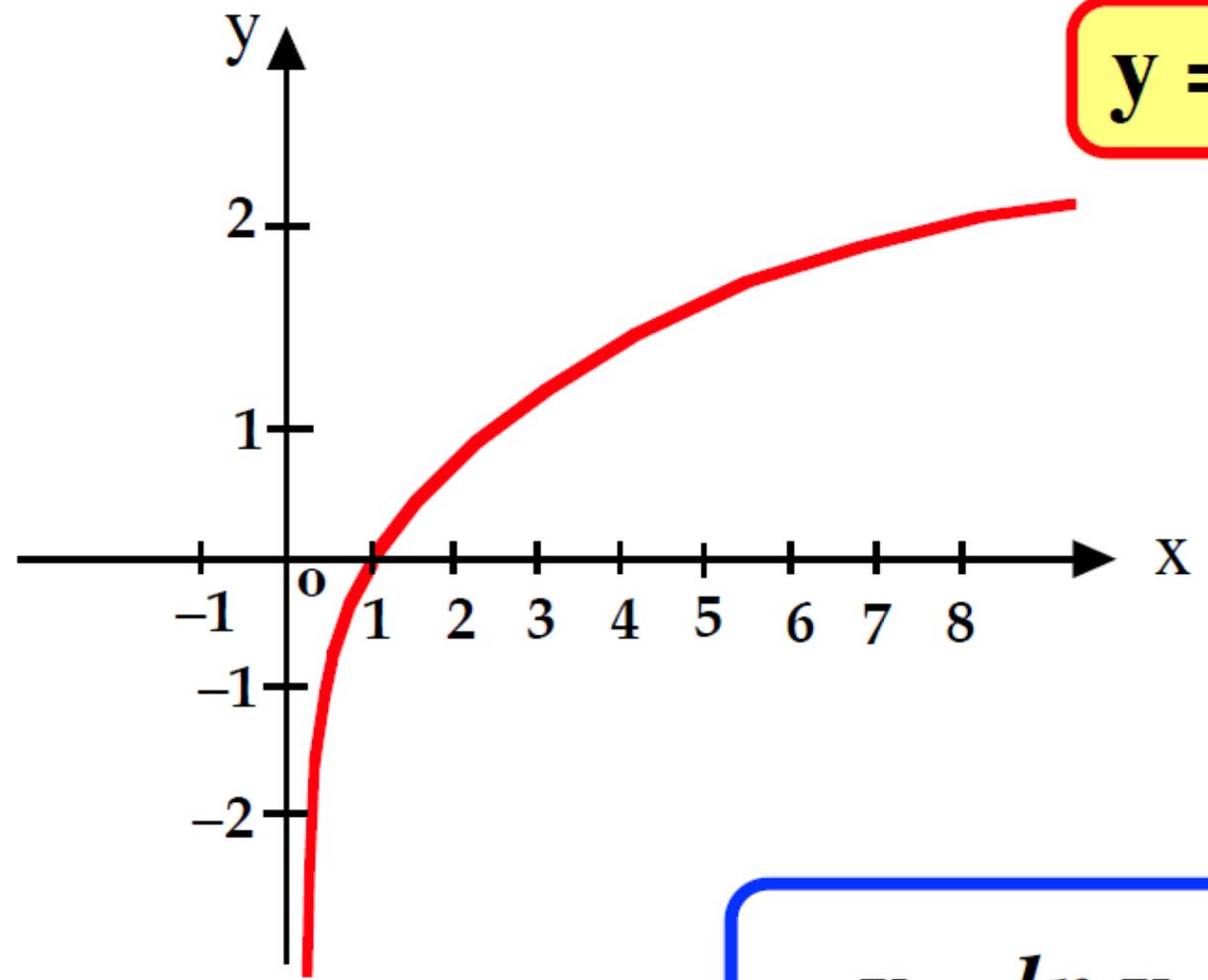
FUNZIONE ESPONENZIALE

funzione esponenziale con base a
 $a =$ numero reale positivo compreso tra 0 e 1



FUNZIONE LOGARITMICA

$$y = \ln x$$



$$y = \ln x \longrightarrow e^y = x$$

Funzione esponenziale e logaritmica

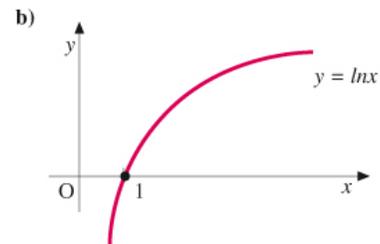
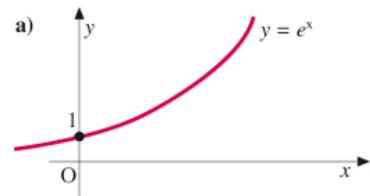


Figura 1.16

Avendo posto le costanti nella (1.18) $A = 1$, $h = 1$ e $k = 0$, le funzioni esponenziale (a) e logaritmica naturale (b) hanno la stessa rappresentazione grafica scambiando gli assi.

Funzioni trigonometriche seno e coseno

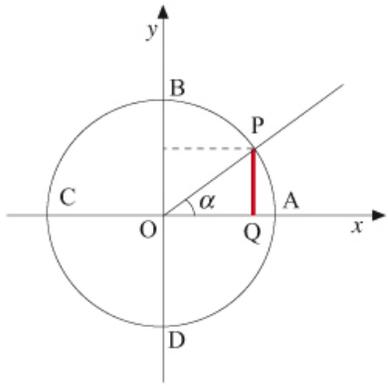


Figura 1.17

Cerchio trigonometrico per la definizione di seno e di coseno dell'angolo α .

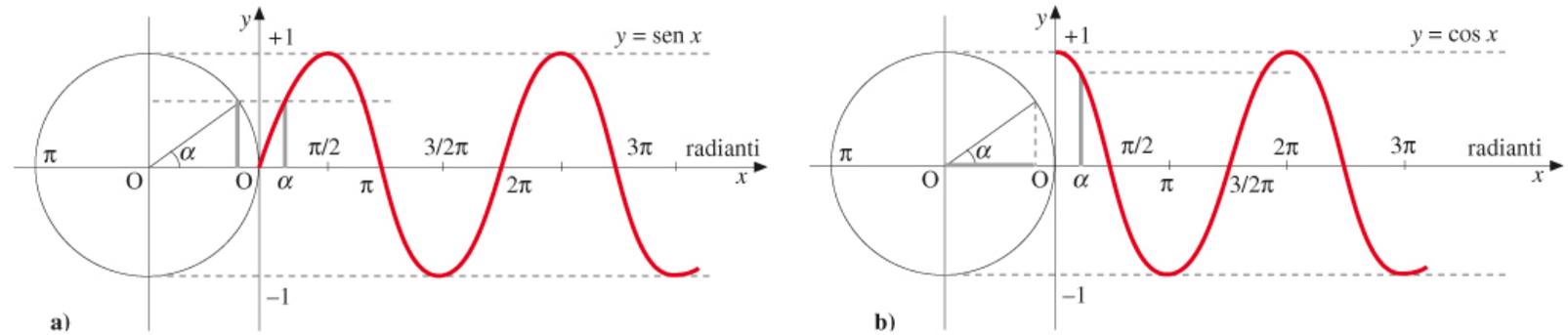


Figura 1.18

Andamenti del seno (a) e del coseno (b) dell'angolo α espresso in radianti.

Funzioni trigonometriche tangente

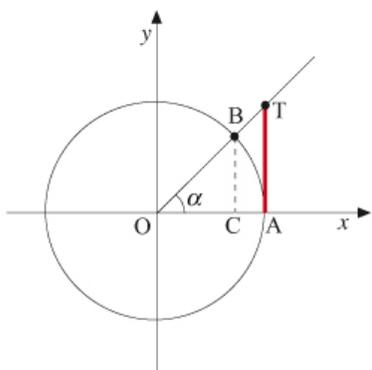


Figura 1.19

Cerchio trigonometrico per la definizione della tangente dell'angolo α .



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

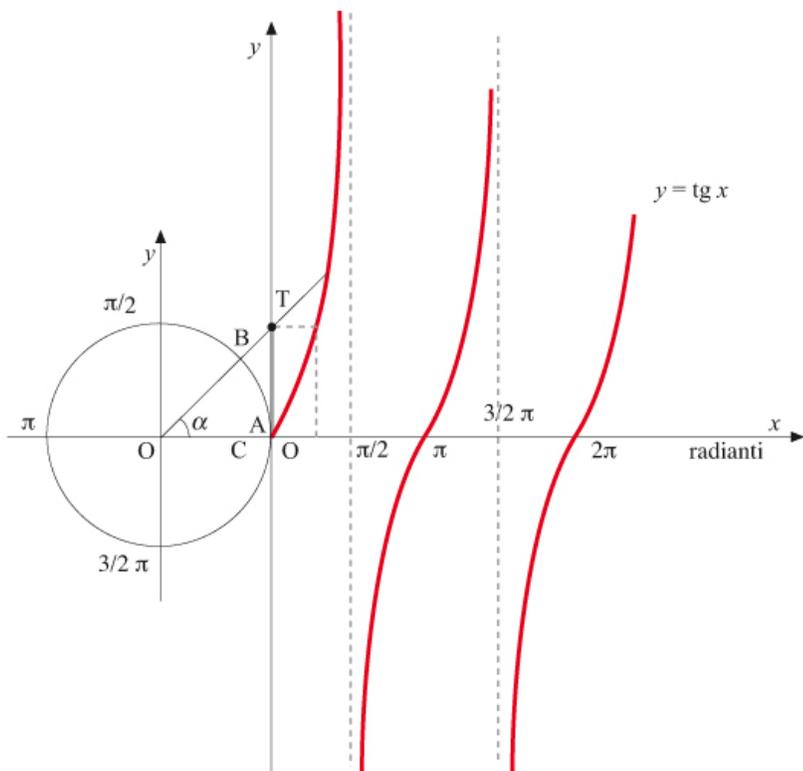


Figura 1.29

Andamento della tangente di un angolo α (vedi Tabella 1.4).



Domenico Scannicchio
Fisica Biomedica
EdiSES

Funzioni trigonometriche

TABELLA 1.5 Valore del seno, del coseno e della tangente per alcuni angoli

GRADI	RADIANTI	SENO	COSENO	TANGENTE
0°	0	$\text{sen } 0^\circ = 0$	$\text{cos } 0^\circ = 1$	$\text{tg } 0^\circ = 0$
30°	$\pi/6$	$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$	$\text{cos } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\text{tg } 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\pi/4$	$\text{sen } 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$	$\text{cos } 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$	$\text{tg } 45^\circ = 1$
60°	$\pi/3$	$\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\text{cos } 60^\circ = \frac{1}{2}$	$\text{tg } 60^\circ = \sqrt{3}$
90°	$\pi/2$	$\text{sen } 90^\circ = 1$	$\text{cos } 90^\circ = 0$	$\text{tg } 90^\circ = \infty$



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

TABELLA 1.6 Relazioni tra seno, coseno e tangente di uso pratico

$$\left. \begin{aligned} \text{sen}(\alpha + 2k\pi) &= \text{sen } \alpha \\ \text{cos}(\alpha + 2k\pi) &= \text{cos } \alpha \\ \text{tg}(\alpha + k\pi) &= \text{tg } \alpha \end{aligned} \right\} \text{ per } k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

$$\text{sen } \alpha = \text{cos}(\pi/2 - \alpha)$$

$$\text{cos}(-\alpha) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{tg}(-\alpha) = -\text{tg } \alpha$$

$$\text{sen}^2 \alpha + \text{cos}^2 \alpha = 1$$

$$\text{tg}^2 \alpha = \sqrt{\frac{1 - \text{cos}^2 \alpha}{\text{cos}^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{\text{sen}^2 \alpha}{1 - \text{sen}^2 \alpha}}$$

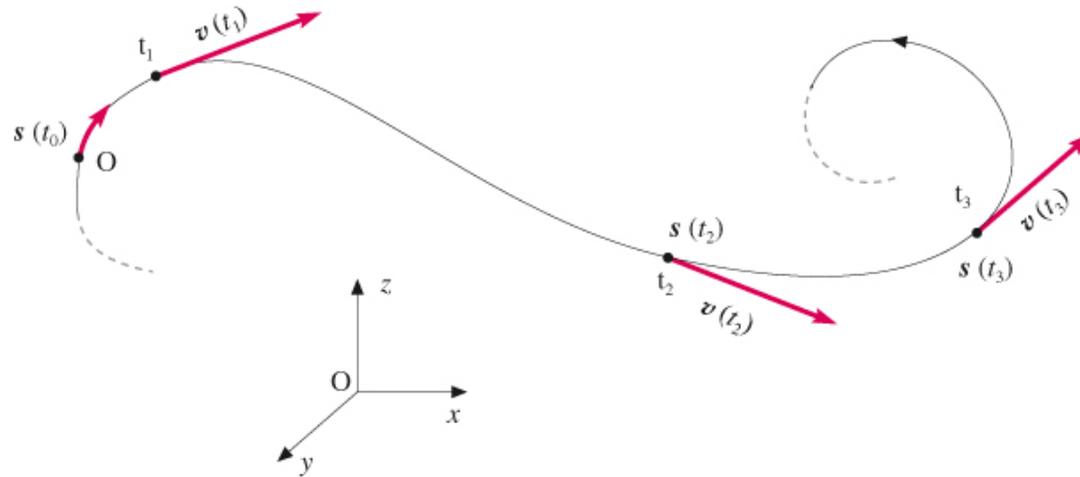


D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Cinematica: traiettoria e legge oraria

Figura 2.1

Vettore velocità considerato in diversi istanti lungo la traiettoria di moto di un punto. La traiettoria si svolge nelle tre dimensioni.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Diagrammi orari

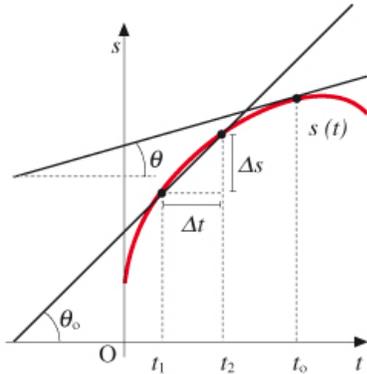


Figura 2.2

Diagramma spazio-tempo di un moto. Il rapporto incrementale $\Delta s/\Delta t = \operatorname{tg}\theta$ rappresenta la velocità scalare media. La pendenza della tangente geometrica nel punto t_0 rappresenta la velocità scalare istantanea a t_0 :

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \operatorname{tg}\theta.$$



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

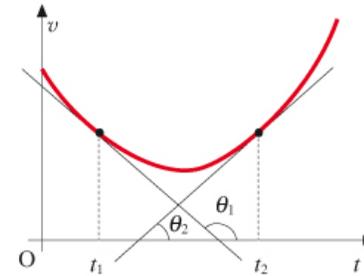


Figura 2.3

Diagramma velocità-tempo di un moto. La pendenza della curva rappresenta la componente dell'accelerazione nella direzione della velocità (componente tangenziale dell'accelerazione). In t_1 l'accelerazione è negativa, mentre in t_2 è positiva.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Casi particolari

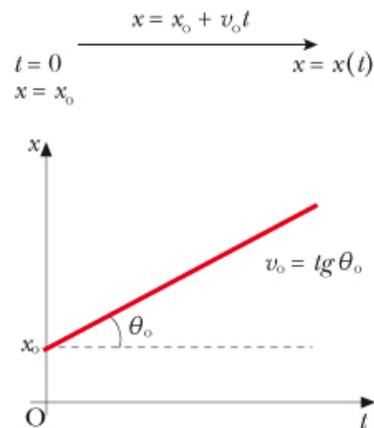


Figura 2.4

Traiettoria (sopra), legge oraria e grafico spazio-tempo di un moto rettilineo uniforme.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

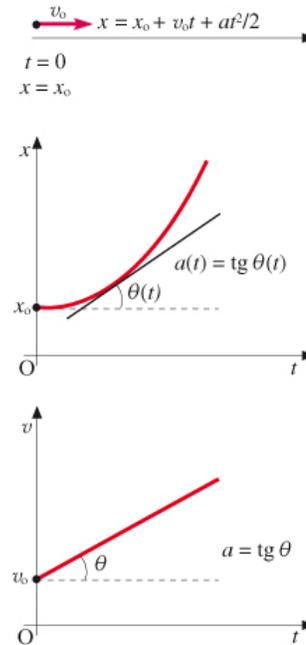


Figura 2.5

Traiettoria (sopra) grafico spazio-tempo e grafico velocità-tempo di un moto uniformemente accelerato.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

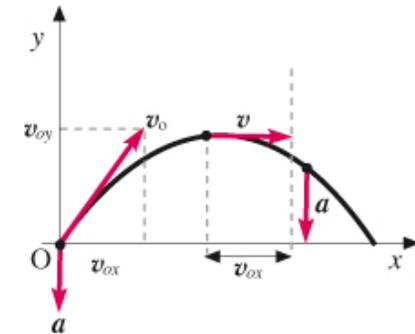


Figura 2.6

Traiettoria parabolica che si ottiene quando un oggetto è sottoposto a un'accelerazione \mathbf{a} costante e a una velocità iniziale \mathbf{v}_0 che non è parallela ad \mathbf{a} . Si noti che la componente della velocità v_{0x} , perpendicolare ad \mathbf{a} , rimane costante durante il moto.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Moto circolare uniforme

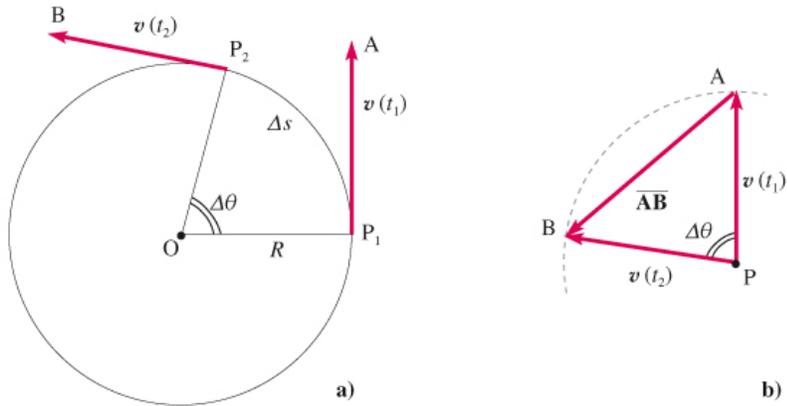


Figura 2.7

Moto circolare uniforme. (a) La velocità è tangente e costante in modulo. L'accelerazione ottenuta con la costruzione geometrica indicata in (b) risulta diretta come il raggio dell'orbita e verso il centro (accelerazione centripeta).

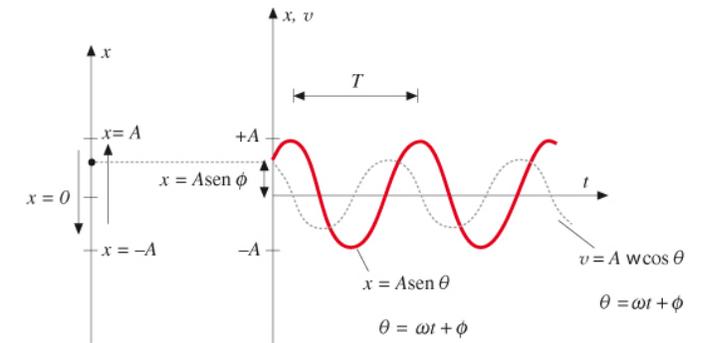


Figura 2.8

Diagramma spazio-tempo (linea rossa continua) e diagramma velocità-tempo (linea punteggiata) per un moto armonico.

Grandezze meccaniche: massa e forza

- ▶ La massa è la quantità di materia contenuta in un corpo. Nel Sistema Internazionale (S.I.) si misura in chilogrammi (e suoi multipli e sottomultipli). La massa è una grandezza scalare.
- ▶ La massa di un corpo si misura con una bilancia.
- ▶ Una forza è un'interazione che cambia lo stato di quiete o di moto di un corpo o lo deforma. L'unità di misura della forza nel S.I. è il newton (indicato anche con N), con dimensioni $[MLT^{-2}]$. La forza è una grandezza vettoriale.
- ▶ Esempi di forze: la forza peso, la forza muscolare, la forza elastica, le forze elettriche, le forze magnetiche, ecc.
- ▶ La forza si misura «staticamente» con un dinamometro.



Esempi di forze

- ▶ Forza peso
- ▶ Forza elastica
- ▶ Forza d'attrito
- ▶ Forza elettrica
- ▶ Forza magnetica

Leggi (o principi) della dinamica

▶ **Primo principio:** ogni corpo rimane nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme finché non intervenga una forza (**principio di inerzia**).

▶ **Secondo principio:** l'accelerazione di un corpo è proporzionale alla forza agente su di esso (**legge di Newton**). In formule

$$F = m a \quad \text{ovvero} \quad a = F/m$$

▶ **Terzo principio:** dai due corpi isolati A e B, se il corpo A esercita una forza F sul corpo B, il corpo B esercita su A una forza $-F$, cioè una forza della stessa intensità e stessa retta di applicazione, ma di verso opposto (**principio di azione e reazione**).

Quantità di moto e impulso

- ▶ Definiamo quantità di moto di un corpo il prodotto tra la sua massa e la sua velocità

$$q = m v$$

- ▶ Si dimostra che (teorema dell' impulso), se facciamo agire una forza F per un tempo Δt su un corpo, causiamo una variazione di quantità di moto

$$\Delta q = m \Delta v = m v_2 - m v_1 = F \Delta t$$

- ▶ Definiamo impulso la grandezza

$$I = F \Delta t$$

Quindi possiamo esprimere il teorema dell' impulso come

L'impulso è pari alla variazione della quantità di moto.

- ▶ Nel seguito considereremo spesso, per semplicità, corpi di insignificante dimensione fisica, ma dotati di massa, che chiameremo **punti materiali**.

Campi di forza

Diciamo che una regione di spazio è sede di un campo di forze se in ogni suo punto è definita la forza che agisce su un corpo posto in quel punto.

Un esempio di campo di forze è il campo gravitazionale. La forza gravitazionale è la forza di attrazione che agisce tra due qualsiasi corpi

$$\vec{F} = G \frac{M \cdot m}{r^2} \left(\frac{\vec{r}}{r} \right)$$

G è una costante molto piccola. Se consideriamo il caso della Terra e indichiamo con M la sua massa e un oggetto di massa m vicino alla sua superficie, r sarà la distanza dell'oggetto dal centro della Terra. L'oggetto avrà quindi un'accelerazione verso il basso (la direzione del centro della Terra) pari a

$$a = G \frac{M}{r^2} = g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

Indipendentemente dalla sua massa.

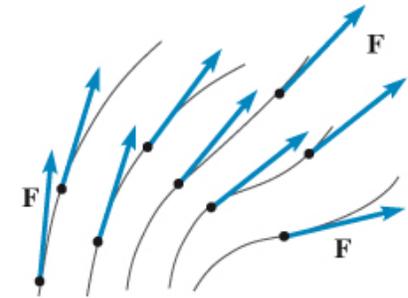


Figura 2.11

In un punto qualsiasi di un campo di forze il vettore forza è tangente alla linea di forza.

Gravitazione universale

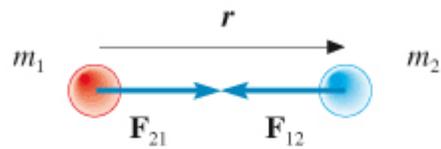


Figura 2.12

Forze di attrazione gravitazionale fra due masse. Per il terzo principio della Dinamica: $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
Edises

Campo gravitazionale

In prossimità della superficie terrestre abbiamo un campo di forze pressoché uniforme.

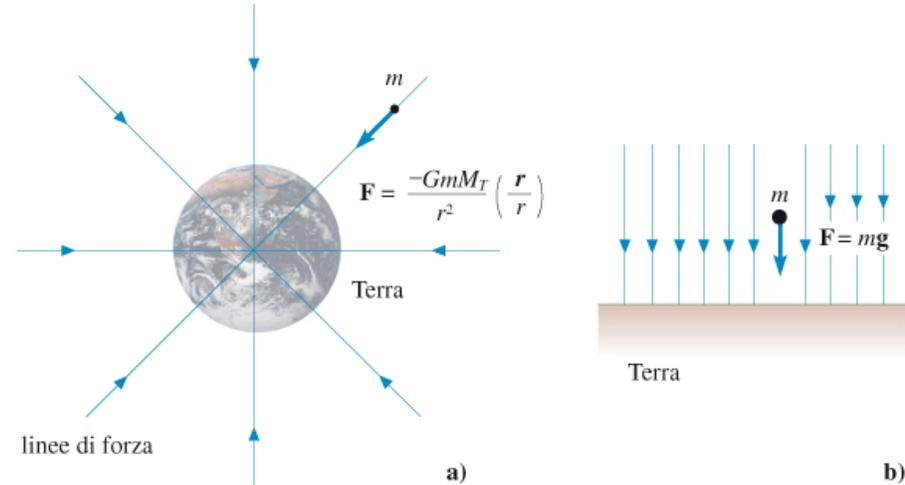


Figura 2.13

Linee di forza del campo gravitazionale: **(a)** a grande distanza dalla Terra; **(b)** in prossimità della superficie terrestre dove $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Esempio

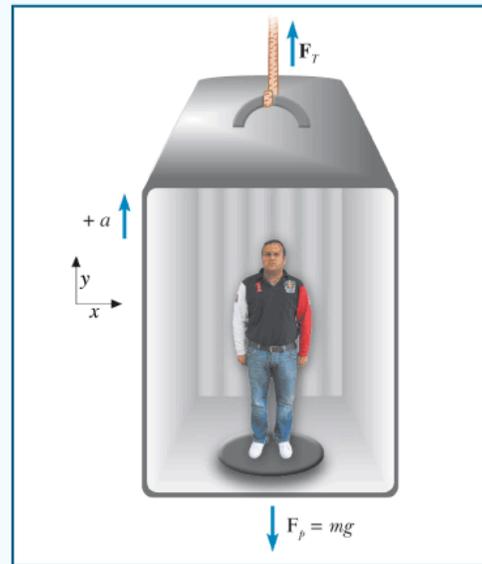


Figura 2.14

L'ascensore e il suo cavo con le forze che agiscono sul sistema.

Forze e moto

campo di forze uniforme

In un campo di forze uniforme l'accelerazione a è ovunque la medesima. Si trova che lo spostamento è

$$\vec{s} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{v}_0 t + \vec{s}_0$$

E può scriversi indipendentemente per ogni componente in forma scalare; quindi, nel caso in figura è

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + y_0 \quad x = v_0 t$$

e sostituendo nella prima il t ricavato dalla seconda otteniamo l'equazione della traiettoria

$$y(x) = y_0 - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2}$$

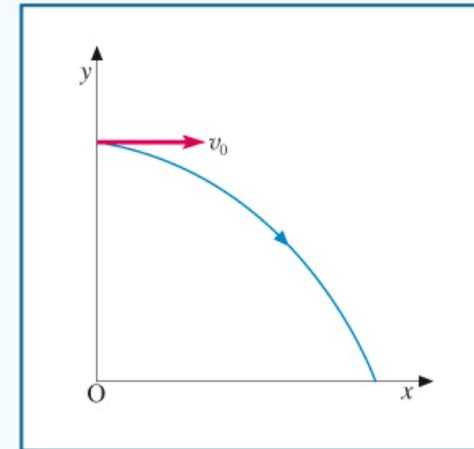


Figura 3.1

Traiettoria del corpo: arco di parabola.



D. Scannicchio, E. Giroletti
Elementi di Fisica Biomedica
EdiSES

Forze elastiche

(per semplicità consideriamo una sola componente e quindi scriviamo le equazioni in forma scalare)

Una forza elastica è una forza che si oppone allo spostamento ed è proporzionale ad esso

$$F = - k x$$

Una forza elastica è quella che troviamo in una molla. K in tal caso è detta costante elastica della molla. Se colleghiamo una massa m alla molla, l'equazione del moto è

$$m a = - k x$$

Si trova che la legge oraria è

$$x = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

cioè un'oscillazione con periodo T e si trova

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

