

Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Università degli Studi di Firenze  
Precorsi 2011

# Problemi di Fisica

Giovanni Romano

## Principali argomenti di teoria

Cinematica

Dinamica

Termodinamica

Elettromagnetismo

Ottica

Il materiale riguardante la teoria, incluse le immagini, è stato ripreso dalla fonte: wikipedia, versione italiana (<http://it.wikipedia.org>), salvo dove diversamente specificato

## **Problemi di Meccanica (Cinematica + Dinamica)**

Componendo due moti rettilinei uniformi che hanno velocità e direzione diversa si ottiene:

- a) Un moto rettilineo uniforme
- b) Un moto rettilineo uniformemente accelerato
- c) Un moto circolare uniforme
- d) Un moto armonico
- e) Un moto curvilineo uniforme

In [fisica](#), la **velocità** indica la rapidità con la quale il vettore posizione varia nel tempo. È quindi una grandezza vettoriale (...), il cui modulo si misura in [metri al secondo](#), in base al [Sistema Internazionale](#).

Generalmente si fa distinzione tra:

**velocità media**: rapporto tra lo [spostamento](#) e la durata dell'intervallo di tempo impiegato a percorrerlo:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}_2 - \vec{s}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

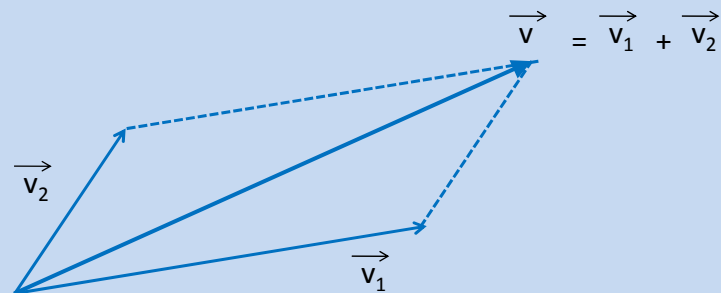
dove  $\Delta \vec{s} = \vec{s}_2 - \vec{s}_1$  è lo spostamento,  $\vec{s}_2$ ,  $\vec{s}_1$  sono i [vettori](#) posizione e

$\Delta t = t_2 - t_1$  è l'intervallo di tempo impiegato ad effettuare lo spostamento;

**velocità istantanea**: [limite](#) della velocità media per intervalli di tempo molto brevi ovvero [derivata](#) della posizione rispetto al tempo:

$$\vec{v} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{\vec{s}(t) - \vec{s}(t_0)}{t - t_0} = \frac{d\vec{s}}{dt}$$

### Composizione delle velocità



Componendo due moti rettilinei uniformi che hanno velocità e direzione diversa si ottiene:

- a) Un moto rettilineo uniforme
- b) Un moto rettilineo uniformemente accelerato
- c) Un moto circolare uniforme
- d) Un moto armonico
- e) Un moto curvilineo uniforme

Un aereo di linea viaggia ad altezza e velocità di crociera.

Il segnale luminoso relativo alle cinture di sicurezza è spento e tutti i passeggeri le hanno slacciate. **Mantenendo costante la velocità orizzontale**, l'aereo inizia a perdere quota al regime di circa **9,8 metri al secondo per ogni secondo**, descrivendo in questo modo una **traiettoria parabolica**. Indicare l'affermazione più adeguata tra le seguenti:

- A) I passeggeri rimangono seduti, ma si sentono alleggeriti
- B) I passeggeri non si accorgono di nulla
- C) I passeggeri provano una forte turbolenza
- D) I passeggeri galleggiano nella cabina dell'aereo apparentemente privi di peso
- E) I passeggeri si sentono schiacciati contro il sedile



The screenshot shows the ESA Italia website with the following content:

- Header:** ESA logo, "italia notizie locali", and "European Space Agency".
- Navigation:** "ESA Notizie Locali Italia" and a date "23-Aug-2010".
- Left Sidebar:**
  - Chi siamo
  - ESA: fatti e cifre
  - Alcuni approfondimenti
  - La Stazione Spaziale Internazionale, L'Europa e l'Italia
  - Columbus Mission Information Kit (versione italiana)
  - Incubatore d'impresе ad ESRIN per l'Italia
  - Progetto Mars500
  - Astronauti**
    - Il Corpo Astronautico Europeo
    - Vittori
    - Nespoli
- Main Content:**
  - Title:** "La nuova campagna di voli parabolici dell'ESA"
  - Date:** 9 Novembre 2000
  - Text:** "La Stazione Spaziale Internazionale prevede sei laboratori in cui saranno condotti numerosi esperimenti scientifici in condizioni di microgravità. Ha che cosa è la microgravità?"
  - Image:** A photograph of an Airbus aircraft in flight, labeled "Zero-g" Airbus.
  - Text below image:** "Microgravità è un termine che indica una quasi totale assenza di peso. Intuitivamente tutti noi sappiamo che cosa sia il peso. Il peso è quella forza che tiene la Luna in orbita intorno alla Terra e la Terra in orbita intorno al Sole. Il peso è quella forza che ci tiene letteralmente con i piedi per terra. In breve il peso è la forza con la quale la Terra ci attira perché abbiamo una certa massa, cioè "siamo" un certo numero di kg. Il legame fra peso e massa è talmente profondo che quando ci misuriamo su una bilancia, quelle che comunemente vengono usate"
- Right Sidebar:** "Related links"
  - ESA Outreach: student parabolic flight campaign
  - ESA Human Spaceflight Users
  - Human Spaceflight utilisation

[http://www.esa.int/export/esaCP/ESAE7ZLBAMC\\_Italy\\_0.html](http://www.esa.int/export/esaCP/ESAE7ZLBAMC_Italy_0.html)

**Durante il moto considerato, il sistema di riferimento "aereo" NON è inerziale**

Un **sistema di riferimento inerziale** è un sistema di riferimento in cui è valido il [primo principio della dinamica](#).

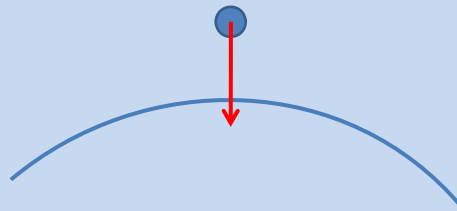
*"un punto materiale qualunque, in assenza di forze, si muove di moto rettilineo uniforme, cioè con velocità  $\underline{v}$  costante (possiamo considerare la quiete come un caso particolare in cui  $\underline{v}=0$ )"*

### Moto di **caduta libera**

Nell'ipotesi di caduta libera, un corpo è soggetto ad un'accelerazione che si manifesta in direzione radiale verso il centro di un pianeta.

Per i corpi che cadono liberamente per *brevi* percorsi (come nel caso di cadute da *piccole* altezze), l'accelerazione può essere ritenuta costante, sia in modulo che in direzione.

In tal caso, il moto di caduta libera può essere considerato un moto rettilineo uniformemente accelerato.



i corpi materiali cadono, nel [vuoto](#) (escludendo quindi qualunque effetto di [attrito](#)), tutti con la stessa [accelerazione](#), indipendentemente dalla loro [massa](#); (...) si deduce che ogni corpo, in prossimità della superficie terrestre, subisce una accelerazione pari a circa:

$$g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$$

La formula esatta per l'accelerazione la si può ritrovare attraverso la legge della [forza gravitazionale](#):

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = -\frac{Gm_g M}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

dove:

M è la massa della Terra

G è la [costante gravitazionale](#)

$m_g$  è la massa (gravitazionale) dell'oggetto soggetto alla forza gravitazionale

r è la distanza del corpo dal centro della [Terra](#)

Dato che la distanza tra il corpo e il centro della terra è pari a circa il raggio terrestre  $R$ , questa equazione si approssima a:

$$\mathbf{F} \approx -\frac{GMm_g}{R^2}\hat{\mathbf{r}} = -m_g g \hat{\mathbf{r}} = m_g \mathbf{g}$$

$$g =: \frac{GM}{R^2}$$



$$g \sim 9.8 \text{ m / s}^2$$

**Nelle condizioni descritte, rispetto ad un sistema di riferimento fisso con l'aereo, la forza risultante agente su un passeggero è nulla**

Un aereo di linea viaggia ad altezza e velocità di crociera. Il segnale luminoso relativo alle cinture di sicurezza è spento e tutti i passeggeri le hanno slacciate. **Mantenendo costante la velocità orizzontale**, l'aereo inizia a perdere quota al regime di circa **9,8 metri al secondo per ogni secondo**, descrivendo in questo modo una **traiettoria parabolica**. Indicare l'affermazione più adeguata tra le seguenti:

- A) I passeggeri rimangono seduti, ma si sentono alleggeriti
- B) I passeggeri non si accorgono di nulla
- C) I passeggeri provano una forte turbolenza
- D) I passeggeri galleggiano nella cabina dell'aereo apparentemente privi di peso
- E) I passeggeri si sentono schiacciati contro il sedile

Due sfere di diametro identico, l'una di sughero e l'altra di piombo, sono ricoperte esternamente con la stessa vernice, rendendole identiche all'aspetto. Vengono lasciate cadere contemporaneamente dalla stessa altezza.

In che modo è possibile distinguere la sfera di sughero da quella di piombo ?

- A) La sfera di piombo arriva prima di quella di sughero e lascia una traccia più profonda sul terreno
- B) Entrambe le sfere arrivano allo stesso tempo, ma quella di piombo lascia una traccia più profonda sul terreno
- C) Questo esperimento non permette di distinguerle
- D) La sfera di sughero arriva prima di quella di piombo e lascia una traccia meno profonda sul terreno
- E) La sfera di sughero ondeggia nell'aria mentre quella di piombo cade lungo una linea retta





**Equazione del moto:**

dipende dal problema, questo problema **NON** è ben formulato!!!

Le condizioni iniziali ed il sistema in studio sono ben noti ma...

**...si deve considerare l'attrito (dell'aria) oppure no ?**

**SENZA attrito:** UGUALE accelerazione ( + stesse condizioni iniziali)

- UGUALE tempo di arrivo
- UGUALE velocità di arrivo ma diversa massa, quindi
- DIVERSA energia cinetica all'arrivo a terra!!! ( $T = \frac{1}{2} m v^2$ )
- la profondità della buca: da correlarsi con l'energia cinetica all'impatto

**CON attrito:** DIVERSA accelerazione ( + stesse condizioni iniziali)

- DIVERSO tempo di arrivo
- DIVERSA velocità di arrivo, diversa massa quindi
- DIVERSA energia cinetica all'arrivo!!! ( $T = \frac{1}{2} m v^2$ )
- la profondità della buca: da correlarsi con l'energia cinetica all'impatto

Due sfere di diametro identico, l'una di sughero e l'altra di piombo, sono ricoperte esternamente con la stessa vernice, rendendole identiche all'aspetto. Vengono lasciate cadere contemporaneamente dalla stessa altezza.

In che modo è possibile distinguere la sfera di sughero da quella di piombo ?

- A) La sfera di piombo arriva prima di quella di sughero e lascia una traccia piu' profonda sul terreno
- B) Entrambe le sfere arrivano allo stesso tempo, ma quella di piombo lascia una traccia piu' profonda sul terreno
- C) Questo esperimento non permette di distinguerle
- D) La sfera di sughero arriva prima di quella di piombo e lascia una traccia meno profonda sul terreno
- E) La sfera di sughero ondeggia nell'aria mentre quella di piombo cade lungo una linea retta

**Un veicolo spaziale viaggia lontano da corpi celesti, a motore spento e con velocità  $V > 0$ .**

**Al tempo  $t_1$  accende i razzi posteriori ottenendo accelerazione  $a = +20 \text{ m/s}^2$  e li spegne al tempo  $t_2 = t_1 + 5 \text{ s}$ , raggiungendo velocità  $V'$ :**

- A) ha guadagnato 360 km/h in velocità
- B) ha guadagnato 100 km/h in velocità
- C) fra  $t_1$  e  $t_2$  il "carico" non ha subito forze inerziali
- D) fra  $t_1$  e  $t_2$  il moto è stato di tipo rettilineo uniforme
- E) dopo  $t_2$  è  $0 < V' < V$

Ci si deve ricordare la definizione di accelerazione e come ottenere la conversione fra m/s e Km/h

**Moto rettilineo:** la traiettoria è un (segmento di) retta, ovvero “è rettilinea”

**Moto uniforme:** il modulo della velocità è costante (nel tempo)

**Moto uniformemente accelerato:** il modulo dell’accelerazione è costante (nel tempo)

**Moto rettilineo uniforme:** il moto è rettilineo con modulo della velocità costante, ovvero la velocità è costante

$$1 \text{ m / s}^2 = (1 \text{ m / s}) / \text{s} \quad \text{unità di misura dell’accelerazione nel S.I.}$$

Nel caso di un moto rettilineo come il nostro questo vuol dire che, per ogni secondo che passa, il modulo della velocità aumenta di 1m/s

...quindi se ho  $a = 20\text{m/s}^2$ , dopo 5s la velocità è **aumentata** di ... 100 m/s

$$1 \text{ Km/h} = 1000\text{m} / 3600\text{s} \quad \rightarrow 1\text{m/s} = 3.6\text{Km/h}$$

$$\rightarrow 100 \text{ m/s} = 360 \text{ Km/h}$$

Un veicolo spaziale viaggia lontano da corpi celesti, a motore spento e con velocità  $V > 0$ .

Al tempo  $t_1$  accende i razzi posteriori ottenendo accelerazione  $a = +20 \text{ m/s}^2$  e li spegne al tempo  $t_2 = t_1 + 5 \text{ s}$ , raggiungendo velocità  $V'$ :

- A) ha guadagnato 360 km/h in velocità
- B) ha guadagnato 100 km/h in velocità
- C) fra  $t_1$  e  $t_2$  il "carico" non ha subito forze inerziali
- D) fra  $t_1$  e  $t_2$  il moto è stato di tipo rettilineo uniforme
- E) dopo  $t_2$  è  $0 < V' < V$

La famosa equazione di Albert Einstein " $E = mc^2$ " indica che:

- a) La massa di un corpo è data dalla sua energia per la velocità della luce
- b) Non esiste un rapporto tra massa ed energia
- c) La massa è una forma di energia
- d) L'energia di un corpo corrisponde alla sua massa in metri cubi al quadrato
- e) L'energia è misurabile in metri cubi al secondo

Riflettere bene sul significato dei simboli, in particolare di " $mc$ "....

$m$  indica la massa,  $c$  la velocità della luce nel vuoto ( $\sim 3 \cdot 10^8 \text{ Km/s}$ )

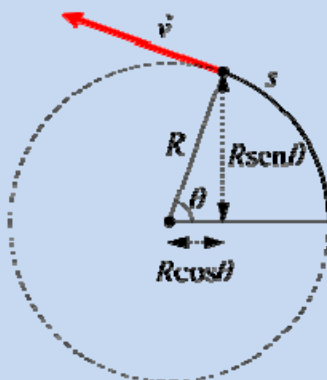
Riflettere bene sulle unità di misura:  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$   $m = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

**Velocità e accelerazione, nel moto circolare uniforme:**

- A) hanno la stessa direzione e lo stesso verso
- B) la stessa direzione e versi opposti
- C) hanno direzioni perpendicolari
- D) hanno direzioni le quali formano un angolo che dipende dalla frequenza di rotazione
- E) quesito senza soluzione univoca e corretta

**Moto circolare**

Il **moto circolare** è uno dei moti semplici studiati dalla [fisica](#) e dalla [cinematica](#), e consiste in un moto di un [punto materiale](#) lungo una [circonferenza](#).



Il moto circolare è uniforme quando il modulo della velocità (tangenziale) è costante

**Velocità e accelerazione, nel moto circolare uniforme:**

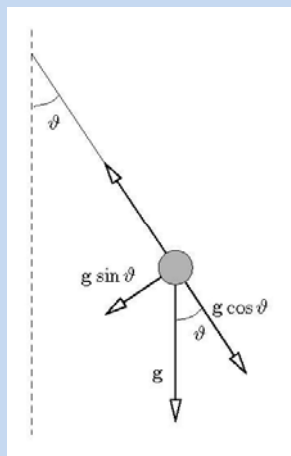
- A) hanno la stessa direzione e lo stesso verso
- B) la stessa direzione e versi opposti
- C) hanno direzioni perpendicolari
- D) hanno direzioni le quali formano un angolo che dipende dalla frequenza di rotazione
- E) quesito senza soluzione univoca e corretta

**Il valore dell'accelerazione gravitazionale nel sistema internazionale di unità di misura, mediamente può essere assunto pari a:**

- A)  $9.8 \text{ cm/s}^2$
- B)  $9800 \text{ cm/s}^2$
- C)  $9.8 \text{ m/s}^2$
- D)  $98 \text{ m/s}^2$
- E) quesito senza soluzione univoca e corretta

**Facciamo compiere piccole oscillazioni a un pendolo, costituito da un peso sostenuto da un filo di massa trascurabile.  
Quando il pendolo si trova alla massima ampiezza di oscillazione  
tagliamo il filo. Cosa succede al peso?**

- A) Cade in verticale, partendo con velocità iniziale nulla
- B) Cade lungo una traiettoria che per i primi istanti coincide con quella che seguirebbe se il filo fosse integro
- C) Sale in verticale per un breve tratto sino a fermarsi, per poi iniziare a cadere
- D) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale verso l'alto, tangente alla traiettoria del pendolo quando il filo viene tagliato
- E) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale in direzione orizzontale

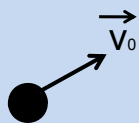


$$\ddot{\theta} = -g \sin \theta \quad \text{Equazione di moto}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{Periodo delle oscillazioni}$$

In realtà il problema è un altro....

...perchè si tratta di studiare un altro moto, le cui condizioni iniziali coincidono con le condizioni finali del moto del pendolo...



**Facciamo compiere piccole oscillazioni a un pendolo, costituito da un peso sostenuto da un filo di massa trascurabile. Quando il pendolo si trova alla massima ampiezza di oscillazione tagliamo il filo. Cosa succede al peso?**

- A) Cade in verticale, partendo con velocità iniziale nulla
- B) Cade lungo una traiettoria che per i primi istanti coincide con quella che seguirebbe se il filo fosse integro
- C) Sale in verticale per un breve tratto sino a fermarsi, per poi iniziare a cadere
- D) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale verso l'alto, tangente alla traiettoria del pendolo quando il filo viene tagliato
- E) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale in direzione orizzontale

**Un corpo rigido è in equilibrio se:**

- A) la risultante delle forze agenti su di esso è nulla
- B) la risultante dei momenti agenti su di esso è nulla
- C) il suo baricentro ha velocità nulla
- D) il suo baricentro ha accelerazione nulla,
- E) quesito senza soluzione univoca e corretta

Attenzione: il corpo in questione NON è un punto materiale ma è esteso...

“statica e dinamica di un corpo rigido”: equilibrio di un corpo rigido

“forza risultante, momento di una forza”

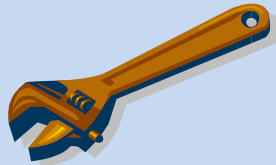


Si chiama **punto materiale** un oggetto ideale con dimensioni nulle (o meglio trascurabili rispetto alle dimensioni dei fenomeni considerati e quindi paragonabile ad un punto materiale) ma dotato di **massa**.

**Un punto materiale persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se la risultante delle forze su di lui applicate è un vettore nullo (...):**

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

In **fisica**, un **corpo rigido** è un oggetto materiale le cui parti sono soggette al *vincolo di rigidità*.

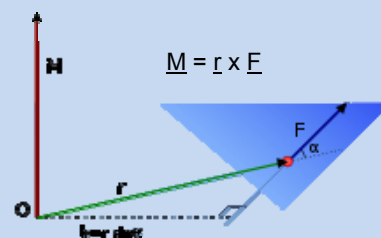


(...) per l'equilibrio di un corpo rigido non basta che il risultante delle forze sia nullo ma che anche il risultante dei momenti delle forze applicate sia nullo.

In effetti due forze uguali ed opposte ma applicate in due punti del corpo non assiali creano un momento non nullo.

Dunque accanto a:  $\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$

va aggiunta:  $\sum_i \vec{M}_i = \vec{0}$



Per quanto riguarda la parte dinamica del moto di un corpo rigido, sappiamo che un sistema continuo è soggetto alle equazioni costitutive della dinamica



**Un corpo rigido è in equilibrio se:**

- A) la risultante delle forze agenti su di esso è nulla
- B) la risultante dei momenti agenti su di esso è nulla
- C) il suo baricentro ha velocità nulla
- D) il suo baricentro ha accelerazione nulla,
- E) quesito senza soluzione univoca e corretta