



SCHEDA DI LABORATORIO

MATERIALI

- Supporto di legno
- Rotella metrica (sensibilità: 0,001 m)
- Scatola con panni per attutire la caduta
- Cellulare con applicazione "Sensor Kinetics"

PREREQUISITI NECESSARI

Un corpo si muove con **moto** rettilineo **uniformemente accelerato** quando si sposta lungo una retta con accelerazione costante. In un **moto** rettilineo **uniformemente accelerato** l'accelerazione non cambia col passare del tempo.

ACCELEROMETRO

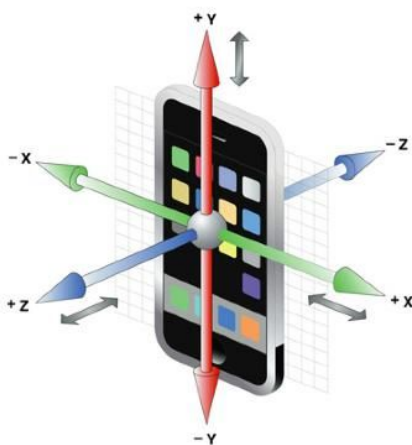
Cosa è un accelerometro? E' lo strumento che sfrutta le variazioni di accelerazione per determinare se ci si sta spostando o meno, in quale direzione ci si sta spostando e altre informazioni riguardanti la posizione e il movimento del dispositivo.

Dove ritroviamo l'utilizzo degli accelerometri nella vita quotidiana?

L'accelerometro è presente in diversi strumenti, per esempio, nella piattaforma wii gli accelerometri misurano l'accelerazione dei telecomandi, ma gli accelerometri sono presenti anche negli airbag delle automobili.

Qual è il sistema di riferimento degli accelerometri che utilizzeremo nell'esperimento?

I tre assi del sistema di riferimento si posizionano in questo modo:



Un **moto di caduta libera** (o **moto di caduta** di un grave) è un particolare tipo di **moto** in cui un corpo, partendo inizialmente da fermo, cade sotto l'azione dell'accelerazione di gravità.

Suddividiamo il moto in tre sequenze e analizziamo ciò che succede.

- 1) Quando il cellulare è fermo, l'accelerometro misura l'accelerazione dell'intero sistema, che corrisponde alla accelerazione di gravità, $-9,81\text{m/s}^2$ diretta perpendicolarmente al piano, verso il basso.
- 2) Durante la caduta libera del cellulare, l'accelerometro esercita una forza di reazione verso l'alto (cerca, infatti, di mantenere la propria inerzia) e continua ad agire su di lui l'accelerazione di gravità, diretta verso il basso. Le accelerazioni che agiscono sull'accelerometro sono quindi $+g$ (accelerazione di gravità, legata alla sua forza di reazione, quindi diretta verso l'alto), e $-g$ (accelerazione di gravità, diretta verso il basso).
- 3) Le ulteriori variazioni di accelerazione sull'asse y , avvenute in seguito, sono dovute ai rimbalzi del cellulare, mentre tutte le accelerazioni sugli altri assi sono dovute al cambiamento delle posizione e inclinazione del corpo durante la caduta, e non sono da considerare.

FINALITA' DELL'ESPERIMENTO

Per i più piccoli: osservare il grafico, analizzare il valore iniziale e finale dell'accelerazione, capire a cosa corrisponde.

Per i più grandi: dimostrare matematicamente (attraverso i calcoli e con l'aiuto delle leggi riguardanti il moto) la veridicità dei valori trovati graficamente. Poi tracciare il diagramma orario del corpo.

PROCEDIMENTO

Aprire la applicazione "Sensor Kinetics", e selezionare "accelerometer sensor". Posizionare il cellulare in orizzontale all'altezza desiderata, misurata lungo il supporto di legno. Premere start (angolo in basso a sinistra), poi lasciarlo cadere nella scatola cercando di non dare al cellulare ulteriori spinte.

DOMANDE

Per i più piccoli:

- 1) Quale forza fa cadere il cellulare?
- 2) Che cosa mostra il grafico?
- 3) Che cos'è un'accelerazione? Conoscete degli strumenti che utilizzate, oltre al cellulare, che presentano un accelerometro?
- 4) Quanto è il valore dell'accelerazione prima e dopo la caduta? A cosa corrisponde? Perché ha segno negativo?

RISPOSTE:

- 1) *Mentre cade, sul cellulare agisce la forza peso, che lo attrae verso la terra e che quindi provoca il suo moto verso il basso.*
- 2) *Il grafico mostra la variazione di accelerazione misurata dal cellulare con il passare del tempo.*
- 3) *L'accelerazione è definita come la variazione di velocità nel tempo.*
- 4) *Prima e dopo la caduta, il valore dell'accelerazione è uguale a 9,81, che corrisponde all'accelerazione di gravità. Presenta segno negativo perché è rivolta verso il basso, mentre l'accelerazione viene misurata secondo un sistema di riferimento in cui gli assi sono rivolti verso l'alto.*

Per i più grandi:

- 1) Quali forze agiscono sul sistema (accelerometro e cellulare)? Quali solo sull'accelerometro?
- 2) Come mai nel grafico, quando il cellulare è in caduta libera, l'accelerazione misura 0?
- 3) Che cosa cambia con il variare delle altezze? Perché? Calcola l'accelerazione del cellulare nei rimbalzi, ad entrambe le altezze.

RISPOSTE:

- 1) *Sul sistema agisce la forza di gravità che li fa cadere entrambi verso il basso.*
- 2) *Durante la caduta libera l'accelerazione misurata dall'accelerometro è pari a 0 perché l'accelerometro sviluppa una forza di reazione verso l'alto, contraria al moto, quindi le accelerazioni agenti sul corpo sono due: una con segno positivo verso il basso e una positiva verso l'alto. Le due quindi si annullano.*
- 3) *Con il variare delle altezze, cambia la misura della velocità raggiunta del cellulare.*

FORMULE CHE UTILizzerEMO

- 1) $V_f = a t$
- 2) $S = \frac{1}{2} a t^2$

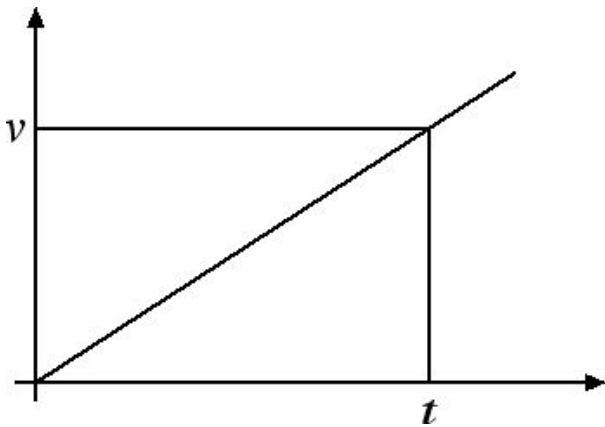
Come facciamo a ricavarle? ·

- 1) Sapendo che $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} \rightarrow V_f - V_i = a (t_f - t_i)$.

Dato che $V_i = 0$ e $t_i = 0 \rightarrow V_f = a t$.

Nel nostro caso, poiché il corpo cade in caduta libera, $a = g \rightarrow V_f = g t$

- 2) L'area sottesa al grafico velocità-tempo del moto uniformemente accelerato (come quello qui sotto) indica lo spazio percorso dal corpo considerato.



Nel caso in cui la velocità iniziale è pari a zero, l'area sottesa corrisponde all'area di un triangolo che ha per base Δt (l'intervallo di tempo in cui avviene il moto) e per altezza Δv .

$$\text{Quindi } s = \frac{\Delta t \cdot \Delta v}{2} \rightarrow s = \frac{t \cdot v}{2}$$

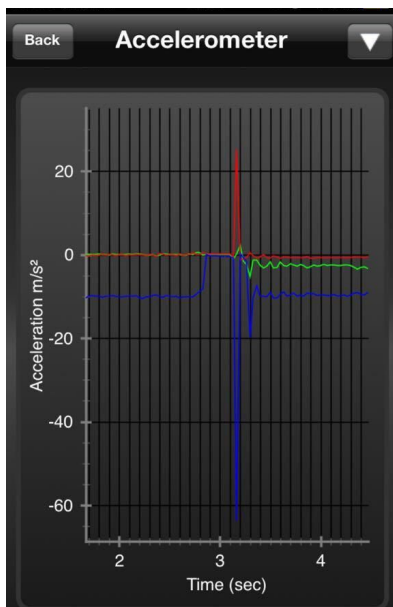
Sostituendo la formula ricavata prima otteniamo $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

Nel nostro caso $a = g$ quindi $s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$

RACCOLTA DATI (ESEMPI)

1) $h = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$

$$S=0.4 = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \rightarrow 0.4 = 4.905 \cdot t^2 \rightarrow t=0.29\text{s}$$



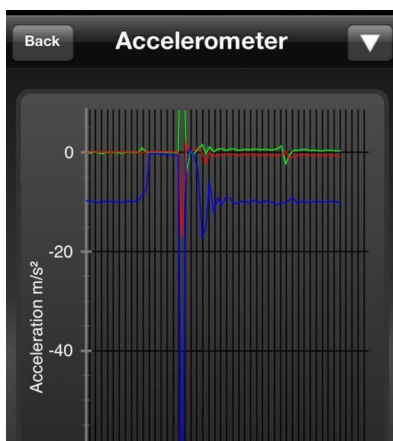
t discesa = 0.20s

t rimbalzo = 0.08s

$$V_f = g \cdot t_d = 1.96 \frac{m}{s}$$

$$a = 49,05 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a_{\text{grafico}} - g = 63.85 - g = 54.04 \frac{m}{s^2}$$



t discesa = 0.17s

t rimbalzo = 0.10s

$$V_f = g \cdot t_d = 1.67 \frac{m}{s}$$

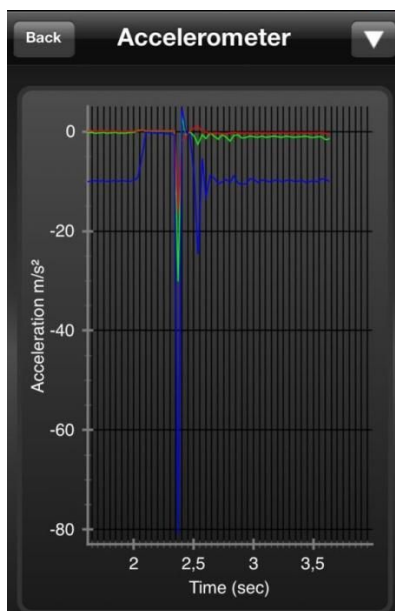
$$a = 33.35 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a_{\text{grafico}} - g = 71.00 - g = 61.19 \frac{m}{s^2}$$

$$2) \quad h = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$S = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \rightarrow t = 0.3194 \text{ s} \quad V_f = g \cdot t = 3.133 \frac{m}{s}$$

Esempio 1



$$t_{\text{discesa}} = 0.24 \text{ s}$$

$$t_{\text{rimbalzo}} = 0.06 \text{ s}$$

$$V_f = g \cdot t_d = 2.354 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{2.354 \cdot 2}{t_r} = 78.48 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a_{\text{grafico}} - g = 80.75 - g = 70.94 \frac{m}{s^2}$$

Esempio 2

$$t \text{ discesa} = 0.24\text{s}$$

$$t \text{ rimbalzo} = 0.09\text{s}$$

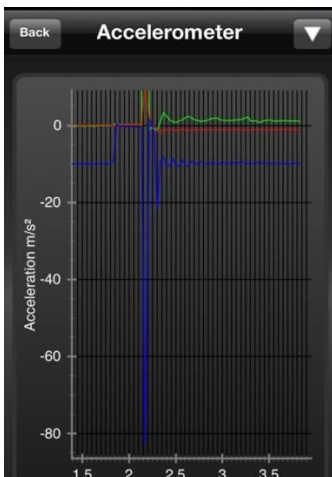
$$V_f = g \cdot t_d = 2.354 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{2 \cdot V_f}{t_r} = 52.32 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a \text{ grafico} - g = 67.50 - g = 57.64 \frac{m}{s^2}$$

$$3) \quad h = 70\text{cm} = 0.7\text{m}$$

$$S = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \rightarrow t = 0.378 \text{ s} \quad V_f = g \cdot t = 3.71 \frac{m}{s}$$



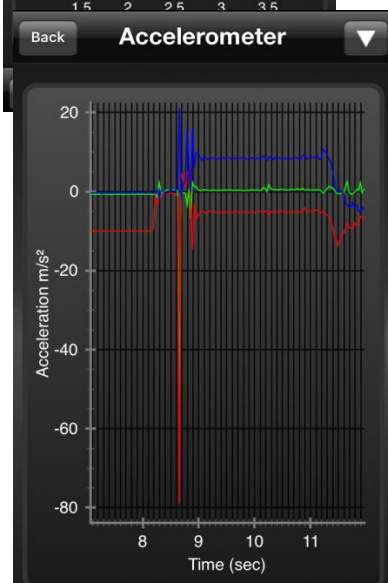
$$t \text{ discesa} = 0.27\text{s}$$

$$t \text{ rimbalzo} = 0.08\text{s}$$

$$V_f = g \cdot t_d = 2.649 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{2 \cdot 2.649 \cdot 2}{t_r} = 67.35 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a \text{ grafico} - g = 82.25 - g = 72.44 \frac{m}{s^2}$$



$$t \text{ discesa} = 0.26\text{s}$$

$$t \text{ rimbalzo} = 0.08\text{s}$$

$$V_f = g \cdot t_d = 2.551 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{2 \cdot 2.551 \cdot 2}{t_r} = 63.77 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{GRAFICO: } a = a \text{ grafico} - g = 80.5 - g = 70.69 \frac{m}{s^2}$$

ESPERIMENTO DELL' ASCENSORE

MATERIALE:

- Ascensore
- Cellulare con applicazione "Sensor Kinetics"
- Bilancia
- 4 pesetti (massa 1 peso = 50g)

FINALITA':

Per i più piccoli: osservare come cambia il peso di un corpo in ascensore, durante la salita e la discesa

Per i più grandi: osservare i valori delle accelerazioni misurate dal grafico e spiegare fisicamente il fenomeno.

DOMANDE:

Per i più piccoli:

- 1) Vi è mai capitato di prendere l'ascensore? sentite quando l'ascensore sale verso l'alto?
- 2) Vi è mai capitato di salire sulle montagne russe? Cosa sentita invece quando scendete velocemente verso il basso?

Per i più grandi:

- 1) Quali sono le forze che agiscono su un corpo salendo in ascensore?
- 2) Quali sono le forze che agiscono su un corpo scendendo in ascensore?
- 3) Che segno ha l'accelerazione misurata salendo? Perché?
- 4) Che segno ha l'accelerazione misurata scendendo? Perché?

RISPOSTE:

Per i più grandi:

1) Salendo in ascensore, su un corpo agisce la forza peso, verso il basso, e la forza di reazione, diretta verso l'alto. Se poniamo il nostro sistema di riferimento verso l'alto e consideriamo il moto come uniformemente accelerato, possiamo scrivere la seguente equazione delle forze:

$$R - P = ma \rightarrow R = ma + P \rightarrow R = m(a + g)$$

2) Scendendo in ascensore, su un corpo agisce la forza peso, verso il basso, e la forza di reazione, diretta verso l'alto. Se poniamo il nostro sistema di riferimento verso il basso e consideriamo il moto

come uniformemente accelerato, possiamo scrivere la seguente equazione delle forze:

$$P - R = ma \rightarrow -R = ma - P \rightarrow R = P - ma \rightarrow R = m(g - a)$$

3) L'accelerazione misurata salendo ha segno negativo, infatti mentre saliamo sembra che il nostro peso sia aumentato, quindi l'accelerazione generata dal moto deve sommarsi all'accelerazione di gravità, che è a sua volta negativa.

4) Mentre scendiamo, invece, sembra che il nostro peso sia improvvisamente diminuito, quindi significa che l'accelerazione del moto si deve sottrarre all'accelerazione di gravità, perciò risulta positiva.

