

TEACHING ENQUIRY  
with MYSTERIES INCORPORATED

# Il carrello che aveva due masse diverse

**Marco Giliberti – Sara Barbieri**

Università degli Studi di Milano

CERN Italian Teachers Programme 6-11 September 2015



Co-funded by  
the Seventh Framework Programme  
of the European Union

FP7-Science-in-Society-2012-1, Grant Agreement N. 321403



# ENGAGE

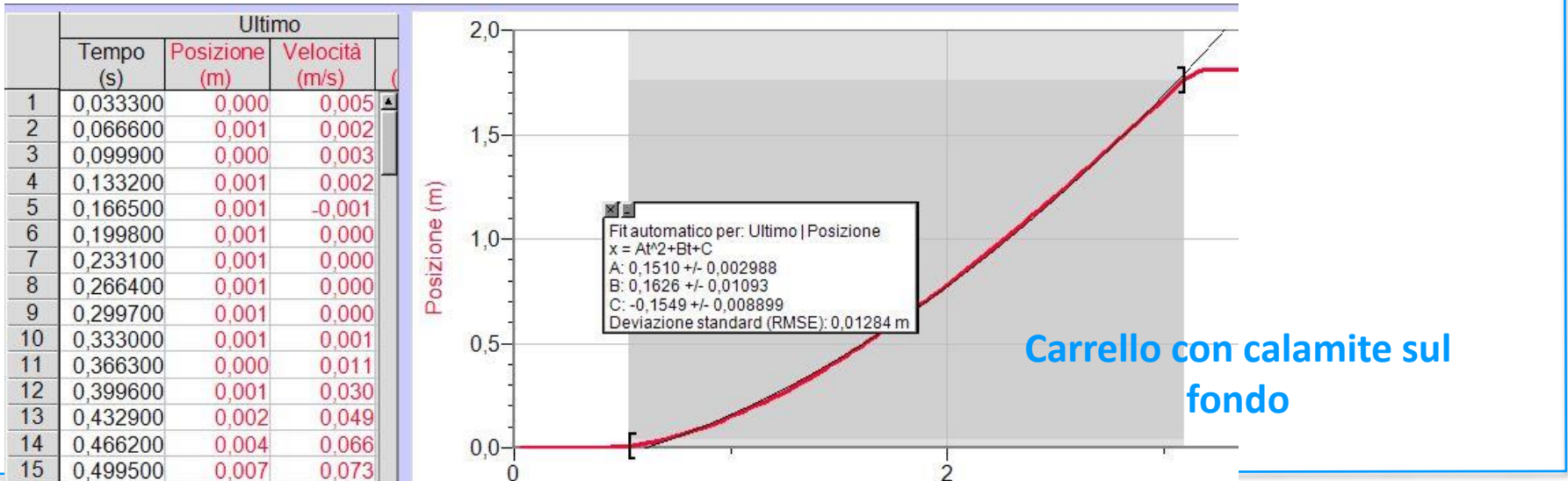
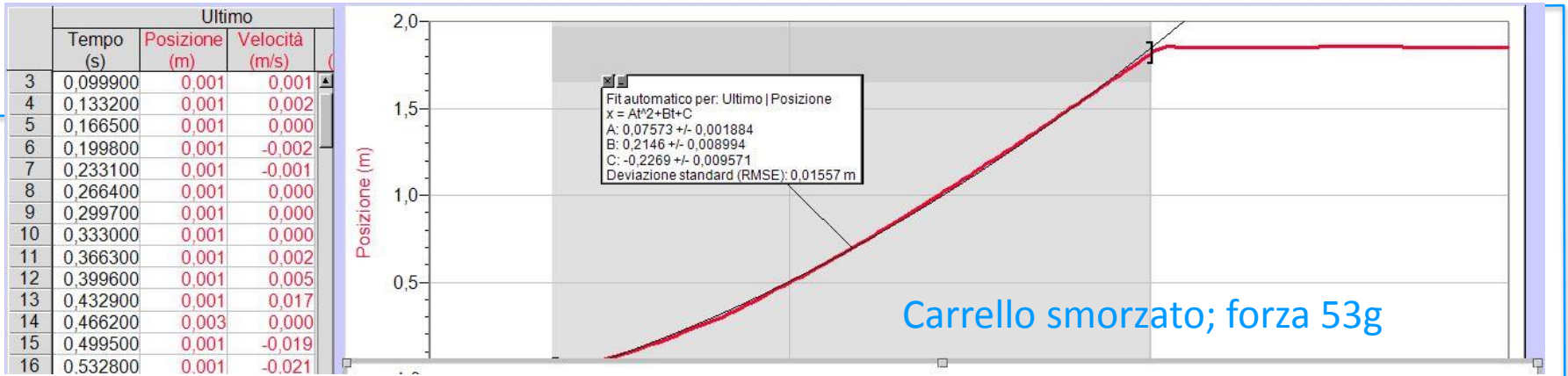
## Che cosa c'è di interessante?

- Un carrello viene fatto scorrere su un binario di alluminio orizzontale, sottoposto a una forza costante  $F = Mg$ , che è nota, essendo  $M$  nota.

CARRELLO 1

CARRELLO 2

- Con un sensore di moto si misura la sua accelerazione  $a$ .
- Si decide ora di misurare la sua massa inerziale come rapporto tra la forza ad esso applicata e la sua accelerazione:  
$$m = [(g-a)/a]M$$
- Avendo opportunamente scelto le condizioni sperimentali si ottiene per  $m$  un valore molto diverso da quello atteso e lo si può anche controllare su una bilancia.
- La massa inerziale sembra essere diversa da quella gravitazionale!





# EXPLORE

## Che cosa sta accadendo?

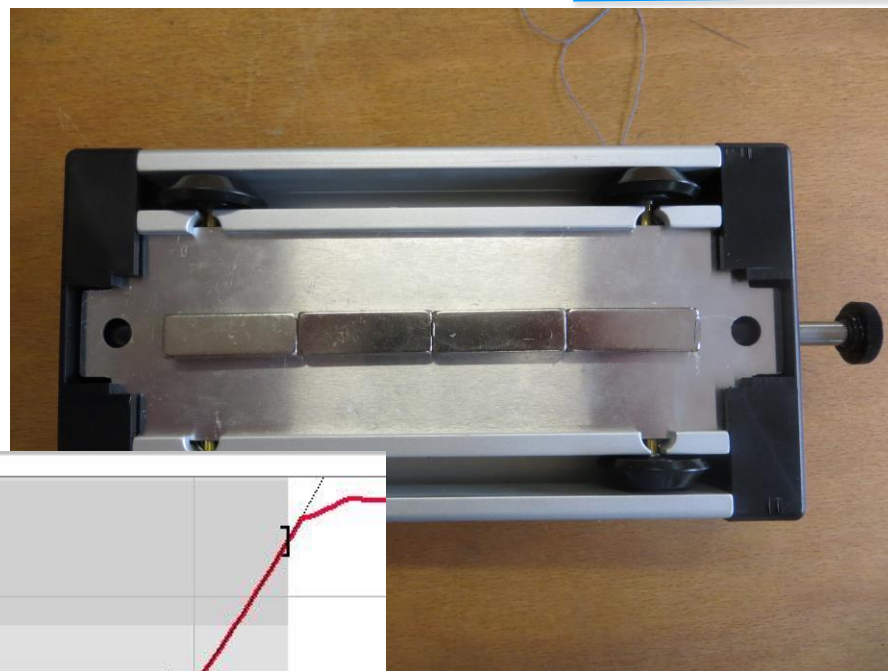
- Dalla presa dati mi accorgo che l'accelerazione del carrello può essere considerata costante, data una certa  $F$ . Questo potrebbe indurre a considerare la massa inerziale  $m^* = F/a$
- Che cosa accade quando varia il momento  $p$  del carrello? Posso scrivere  $m^*$  in funzione del momento del carrello?



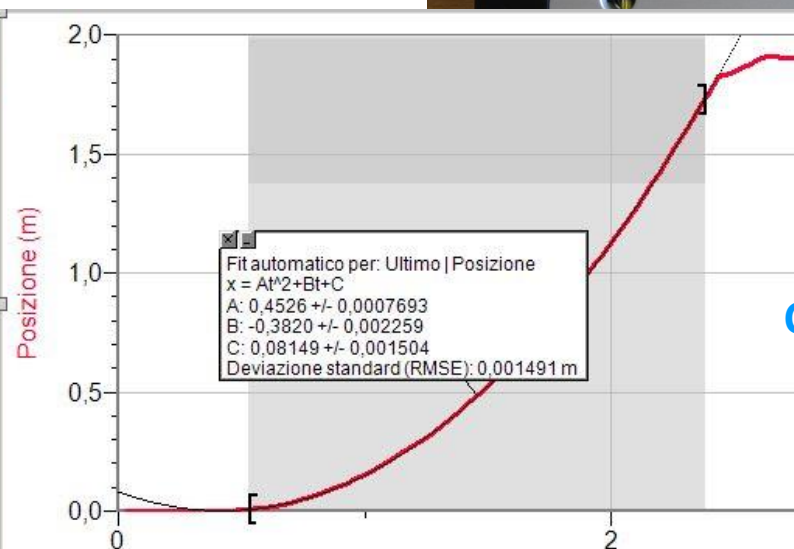
# EXPLORE

COMPARAZIONE CARRELLI

Carrello non smorzato; forza 75g



	Ultimo		
	Tempo (s)	Posizione (m)	Velocità (m/s)
1	0,033300	0,001	-0,005
2	0,066600	0,001	-0,001
3	0,099900	0,001	-0,001
4	0,133200	0,001	-0,001
5	0,166500	0,001	0,002
6	0,199800	0,001	0,002
7	0,233100	0,001	-0,001
8	0,266400	0,001	0,000
9	0,299700	0,001	0,000
10	0,333000	0,001	0,000
11	0,366300	0,001	0,002
12	0,399600	0,001	0,009
13	0,432900	0,001	0,026
14	0,466200	0,003	0,048
15	0,499500	0,004	0,073



Carrello con calamite sul fondo



# EXPLORE

## **Che cosa causa il fenomeno osservato?**

- Immaginiamo che questa fase avvenga mesi dopo che gli studenti hanno affrontato l'induzione elettromagnetica.
- Da un certo punto di vista è chiaro che si sta ignorando la presenza di un'interazione.
- Da un altro punto di vista questo semplice esperimento può servire per mettersi nelle condizioni di chi non conosce davvero l'interazione e ne vede gli effetti.
- La variazione della massa (l'apparire della massa) sono una spiegazione alternativa alla descrizione di una interazione che coinvolge quello stesso oggetto.



# EXTEND

## **Che cosa è simile?**

- Definizione della massa nel caso di oggetto con energia puramente cinetica;
- Il caso della superconduttività.