Una didattica digitale che potenzia i processi di apprendimento

Migliorare la didattica della fisica con le tecnologie informatiche TIC

Marisa Michelini
Università degli Studi di Udine
Presidente GIREP, Direttrice GEO

Una didattica digitale che potenzia i processi di apprendimento: migliorare la didattica della fisica con le tecnologie informatiche

Marisa Michelini, *Università di Udine, Presidente GIREP, Direttrice GEO*

L'apprendimento è un processo individuale che richiede il personale coinvolgimento attivo di chi apprende.

Ogni didattica di qualità si fonda sulla ricerca e sugli strumenti e metodi tipici della disciplina capaci di formare quell'identità disciplinare che sa essere funzionale in contesti differenziati e complessi.

La fisica è disciplina di base di tutti gli studi scientifici, ma la sua didattica soffre di un approccio riduzionista e strutturato, che crea difficoltà di apprendimento e soprattutto non ne fa comprendere il ruolo nei diversi contesti e tanto meno offre quelle competenze operative attese.

Le tecnologie della comunicazione e dell'informazione (TIC) sono tra i più importanti strumenti di lavoro della fisica e offrono l'occasione agli studenti di vivere esperienze significative di indagine fisica autentiche sia sul piano sperimentale, sia su quello teorico, sia per una personalizzazione interattiva.

Sul piano sperimentale abbiamo evidenza del guadagno in competenze quando si utilizzano sensori che acquisiscono dati con l'elaboratore (in presenza e a distanza) e quando si mettono in campo sfide progettuali e di analisi dati, realizzabili anche con BYOD: esiti di difficile realizzazione in laboratori tradizionali, peraltro raramente messi in campo.

Sul piano teorico gli studenti hanno disponibile software di simulazione e modellizzazione con cui effettuare indagini interpretative, vivendo l'esperienza di indagini scientifiche.

Le TIC offrono l'occasione di attuare con sistemi di risponditori o lavagne digitali quella personalizzazione basata sull'interattività ed il confronto tra pari in gruppi numerosi, che fa focalizzare a ciascuno gli aspetti concettualmente rilevanti.

Lavori di gruppo a distanza permettono approfondimenti ed ambienti di risorse per esercitazioni sostengono lo studio. La banale registrazione di discussioni in classe, aiuta a riflettere e rielaborare.

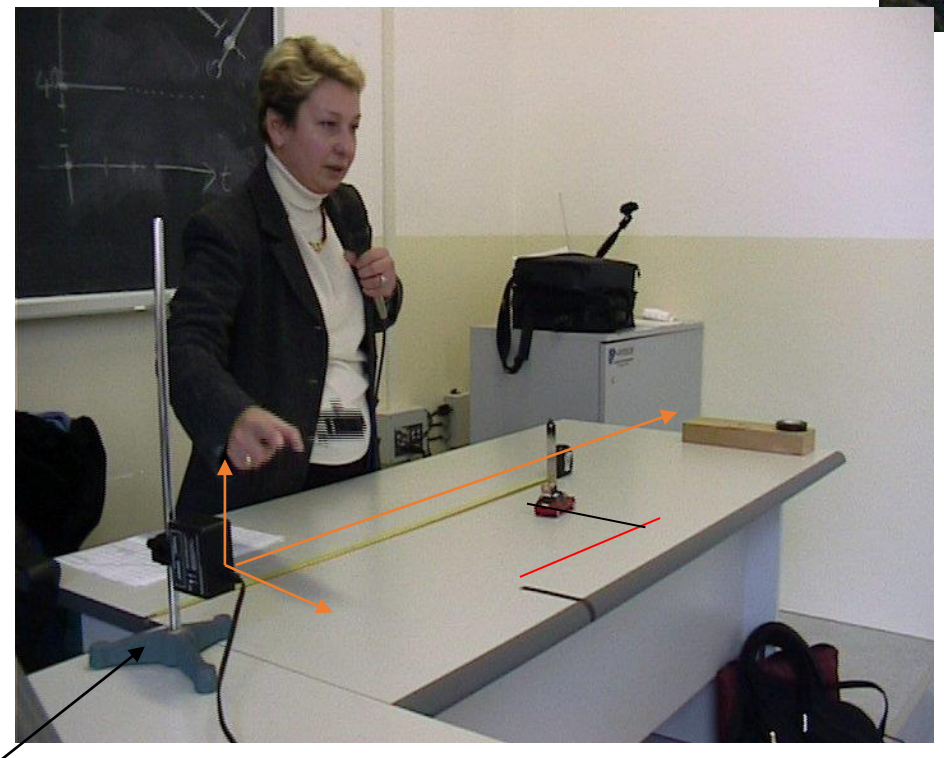
Gli esami diventano sede di sintesi di competenze acquisite in un portfolio di esperienze che producono appropriazione della disciplina. La didattica digitale comporta un importante impegno progettuale e gestionale per il docente, ma offre il raggiungimento di obiettivi di alto livello e vasta potenzialità in fisica. Le sperimentazioni condotte in periodo di pandemia e non i hanno dato evidenza di ciò.

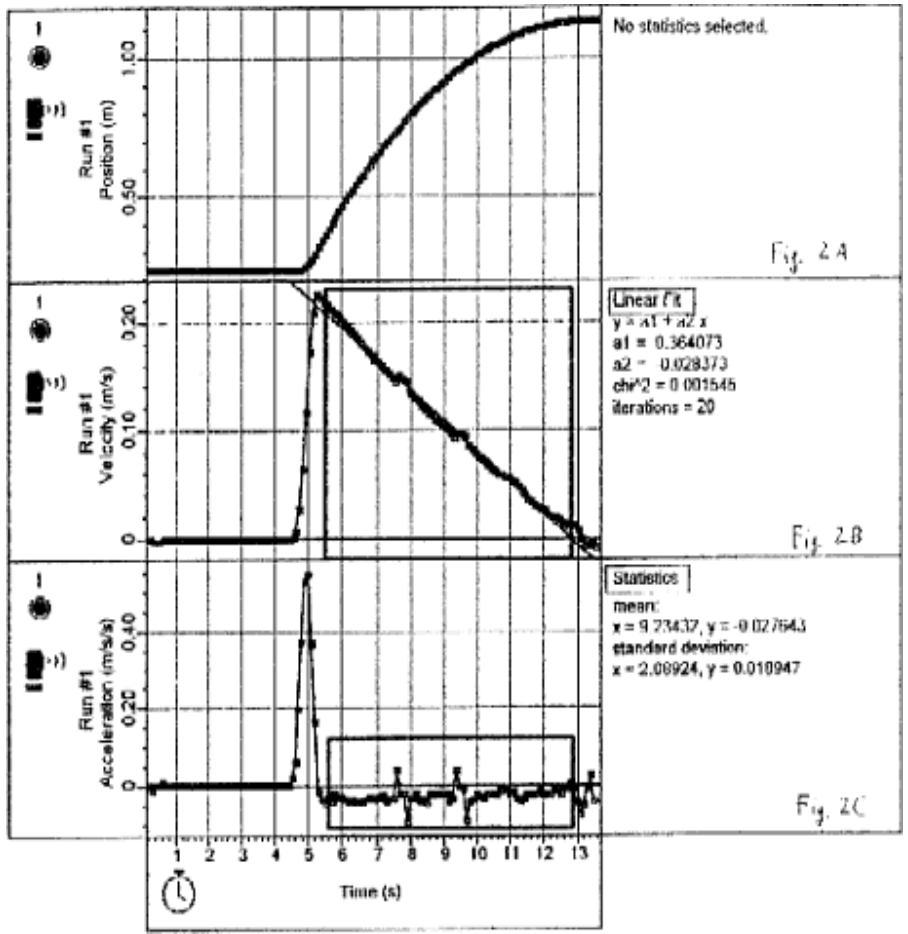
ILD
Sokoloff

Approccio alla meccanica

Non attraverso l'astratta legge d'inerzia, ma attraverso l'esperienza quotidiana grazie all' **attrito**

Riduzione immaginativa





Esaminiamo la situazione.
Il sistema di riferimento è determinato dal sensore.

Individualizzazione con dpmande

Alcune questioni importanti

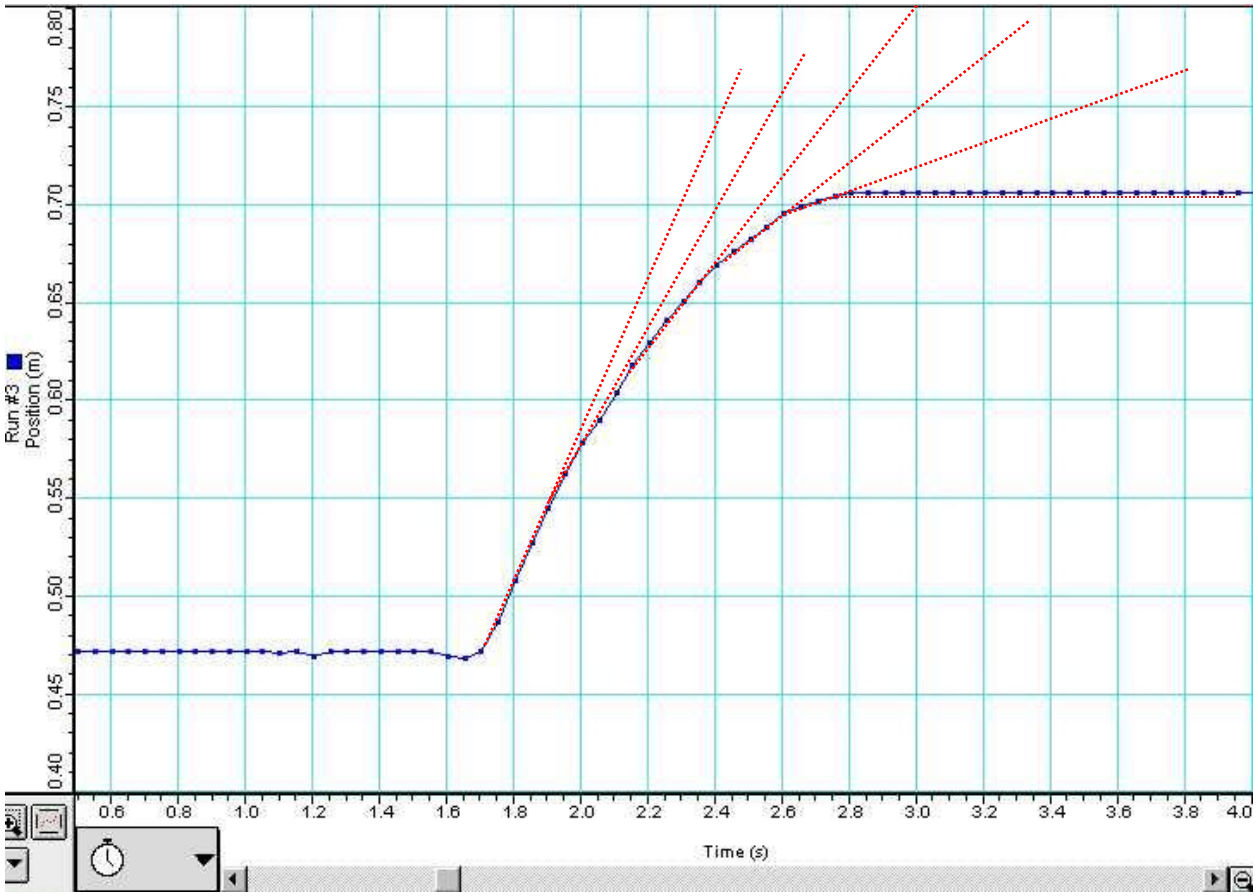
Domande chiave!!!

A1. A quale distanza dal sensore era l'automobile quando si è messa in moto?

A2. A quale distanza dal sensore era l'automobile quando si è fermata?

Descrivi il grafico

Spiegalo a un tuo compagno



GUARDIAMO la pendenza della curva..
Si introduce il concetto di velocità

D – L'accelerazione della macchinina

Cooperative learning nell'analisi e discussione di dati

Nella figura sono riportati i grafici p(t), v(t), a(t) del moto della macchinina.

Nell'intervallo di tempo tra 1.6 s e 1.8 s, l'accelerazione della macchinina è:

D1. Positiva/negativa

D2. Uguale a_____

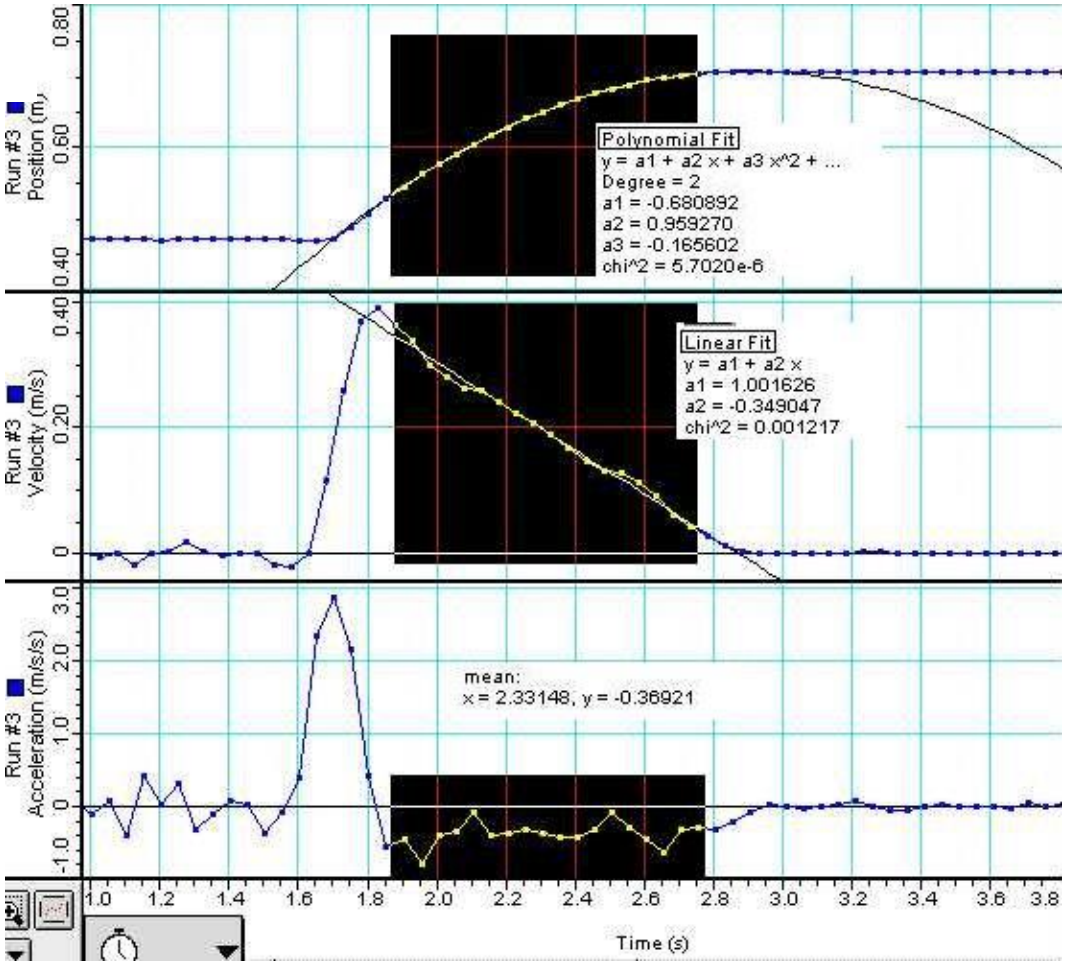
Nell'intervallo di tempo tra 1.8 s e 2.8 s, l'accelerazione della macchinina è:

D3. Positiva/negativa

D4. Calcolata con i dati del grafico p(t) è: a=_____

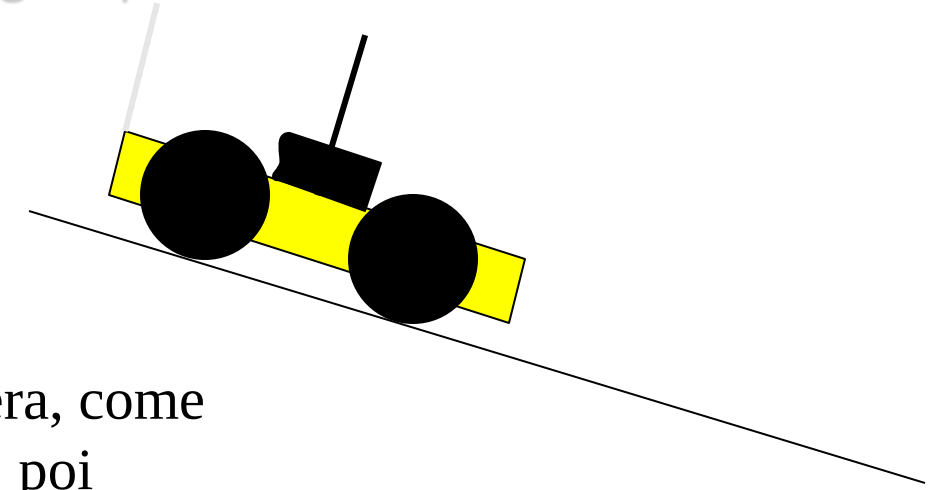
D5. Calcolata con i dati del grafico v(t) è: a=_____

D6. Calcolata con i dati del grafico a(t) è: a=_____



Spiegare le considerazioni necessarie e i metodi di calcolo

3 – Il carrello appesantito scende lungo il piano inclinato



La situazione.

Sulla macchinina viene appoggiato un pesetto (50 g)

La macchinina, una volta lasciata libera, come prima scende lungo il piano inclinato, poi percorre qualche centimetro sul piano orizzontale della cattedra, infine si ferma contro l'ostacolo.

Superare nodi concettuali con esempi convincenti più che stereotipi

Come sara' il moto di discesa in questo caso?

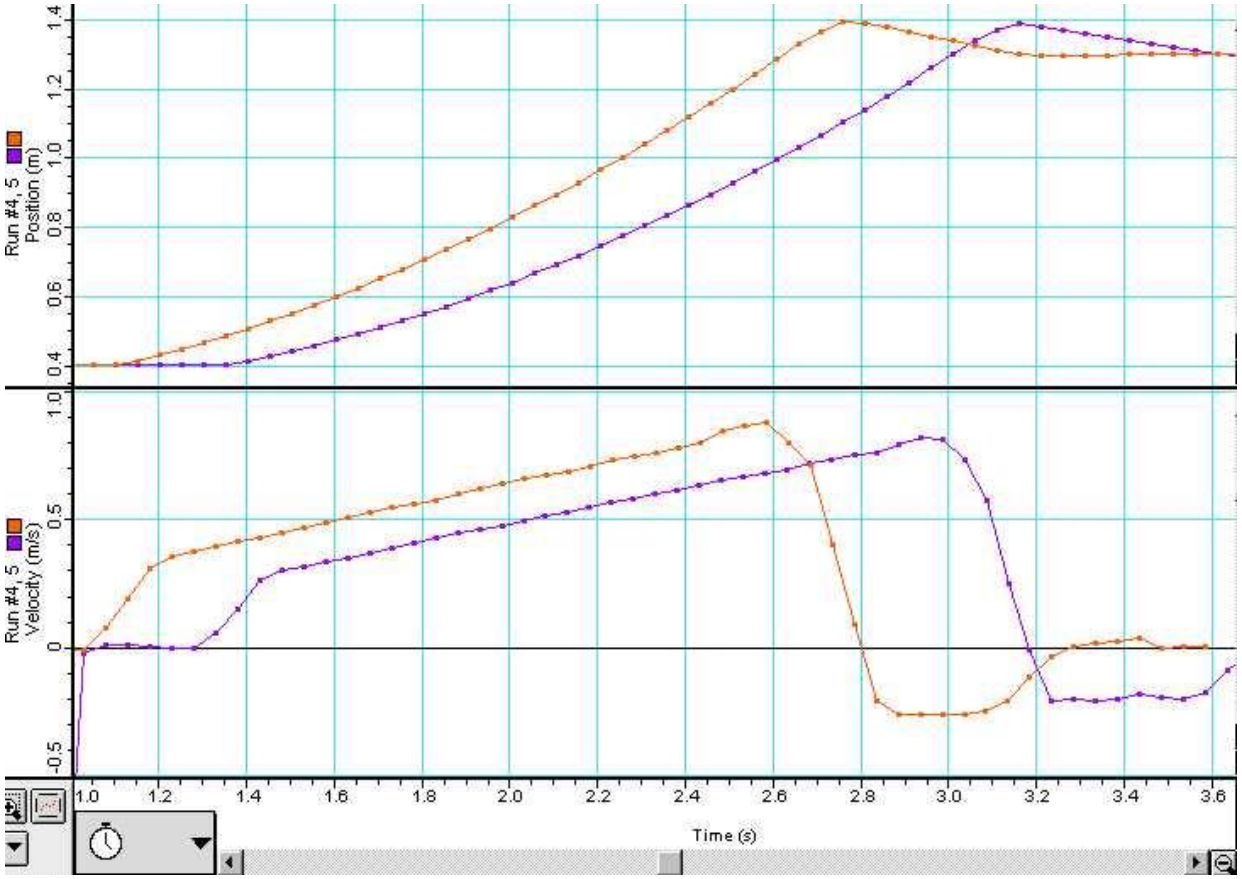
- Solo qualitativamente analogo al precedente
- Analogo al precedente, con:
  - accelerazione uguale
  - velocita' istante per istante uguale
  - posizione istante per istante uguale
- Completamente diverso.

3 – Il carrello appesantito scende lungo il piano inclinato

In questa figura sono riportati i grafici s-t e v-t per il carrello che scende lungo il piano inclinato:

Run 4: carrello

Run 5: carrello appesantito



L'evidenza di una misura esplorativa vissuta

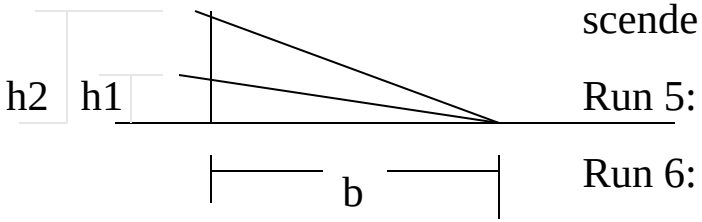
Per rispodere alle domande precedenti:

Quali grafici conviene confrontare?

Quali elementi iconici consentono di effettuatuare immediatamente il confronto?

4- Il carrello scende lungo il piano che ha inclinazione maggiore

Abituarsi a pianificare esplorazioni



In figura sono rappresentati i grafici p-t, v-t e a-t per la macchinina che scende lungo il piano inclinato con 2 inclinazioni diverse:

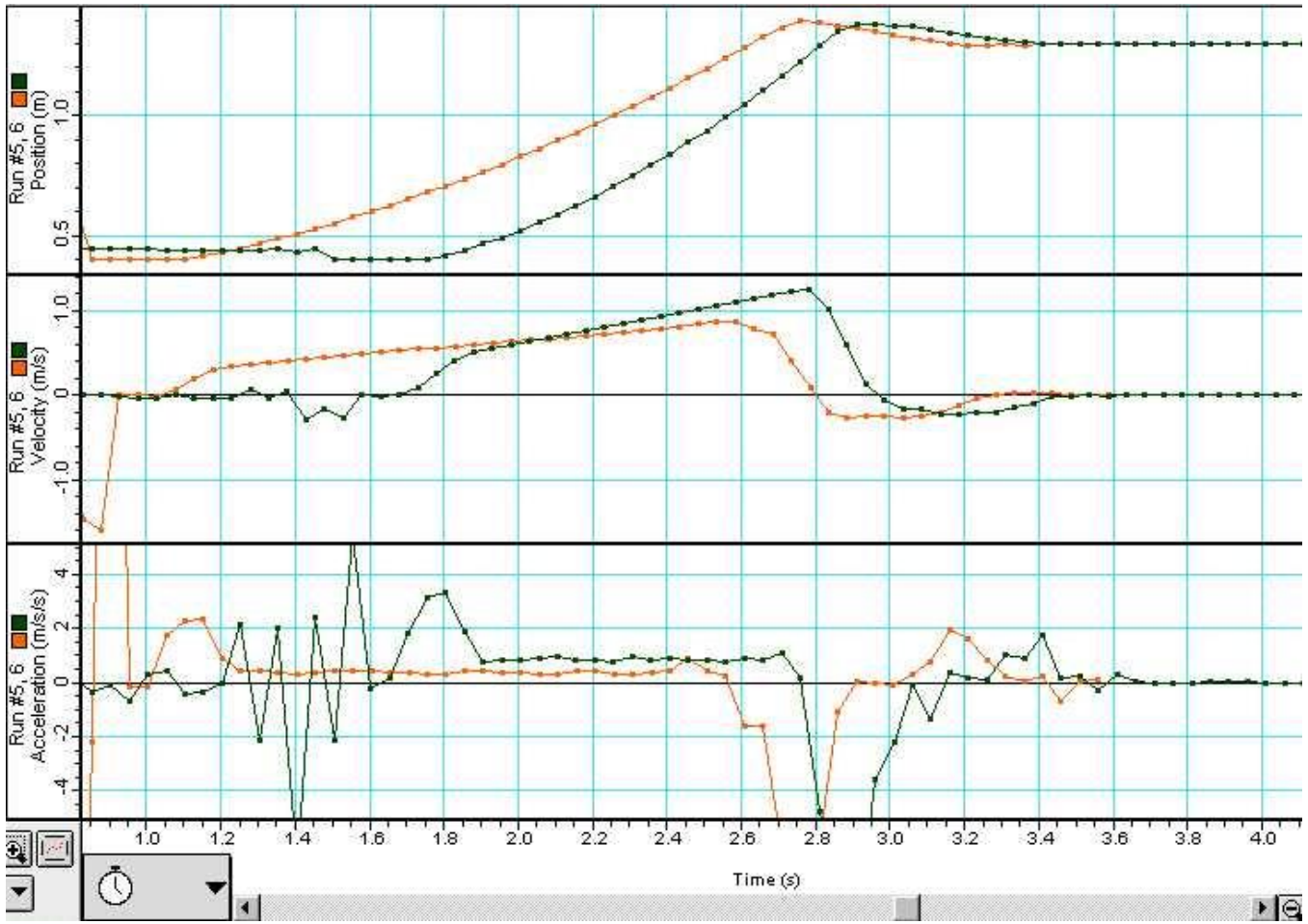
Run 5: b = 85,0 cm h1 = 4,2 cm

Run 6: b = 85,0 cm h2 = 10,0 cm

Leggere grafici ed effettuare il raccordo tra fenomeno e interpretazi one formale

Per effettuare il confronto piu' significativo tra le due situazioni, quali grafici conviene considerare?

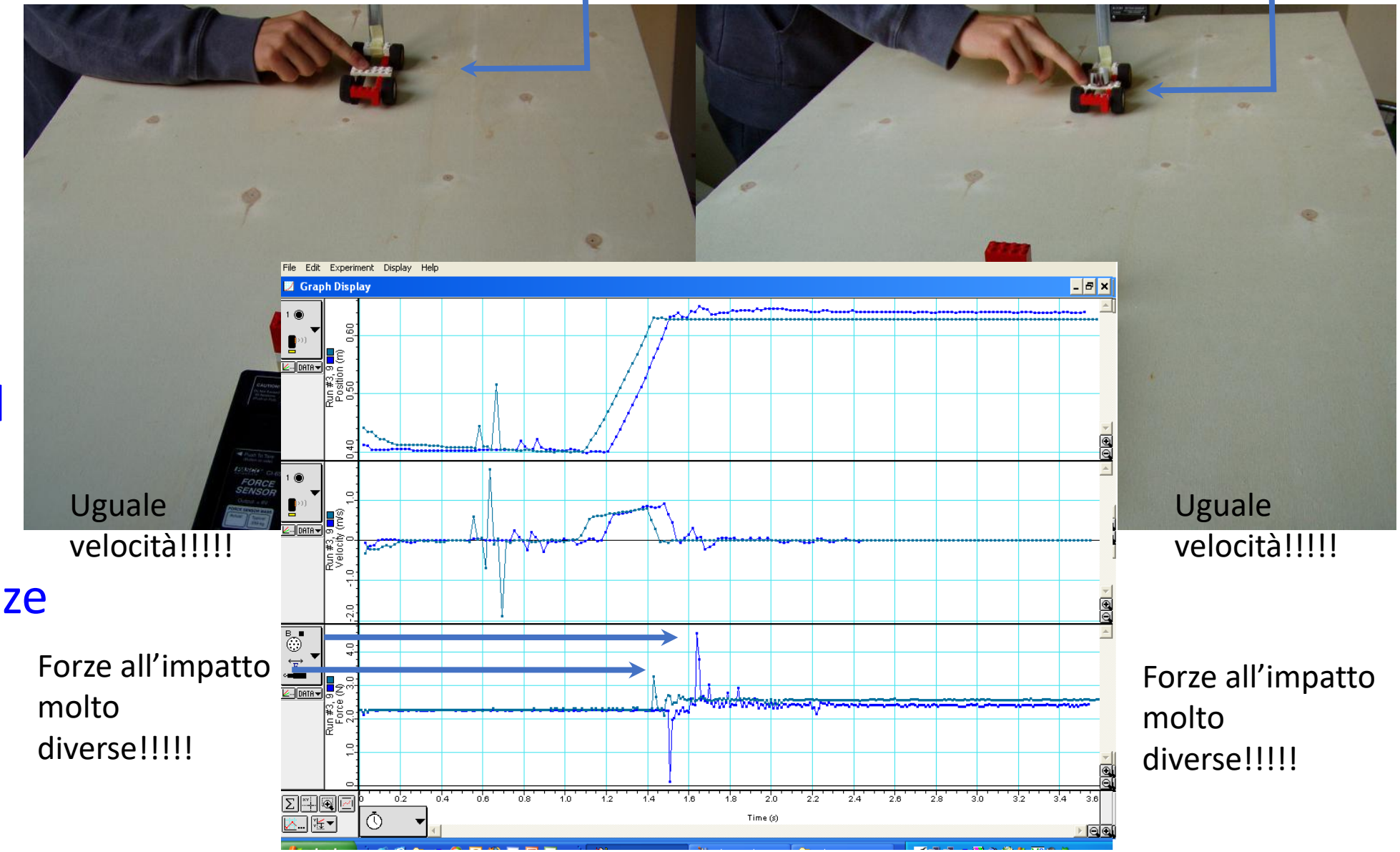
Quali elementi iconici consentono di effettuatuare immediatamente il confronto?



L’urto e la massa della macchinina: stessa inclinazione, massa diversa

Macchinina scarica

Macchinina appesantita



Capire il ruolo di nuove grandezze fisiche

Uguale velocità!!!!!

Uguale velocità!!!!!

Forze all’impatto molto diverse!!!!!

Forze all’impatto molto diverse!!!!!

Attrito:statico&dinamico

Si versa acqua nel secchiello per aumentare gradualmente la trazione del blocco, a partire dalla condizione statica.

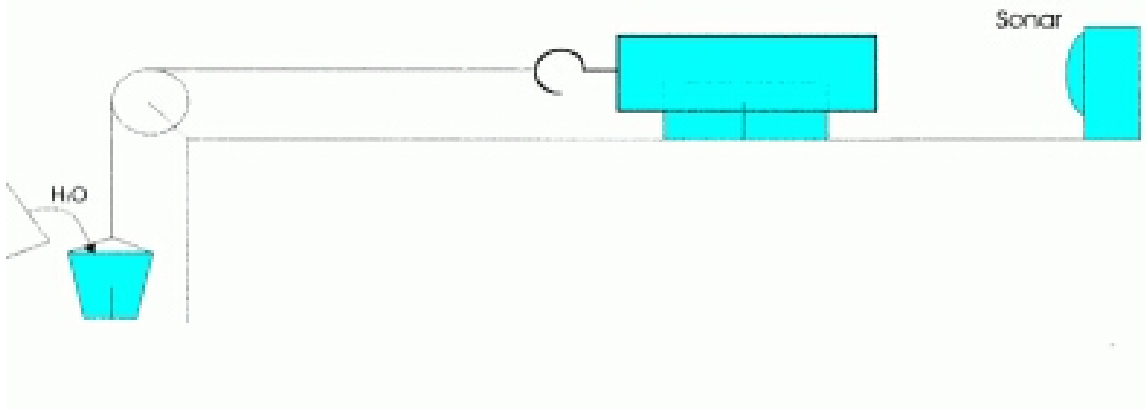
Si interrompe la misura dopo aver fatto compiere al blocco un breve tratto.

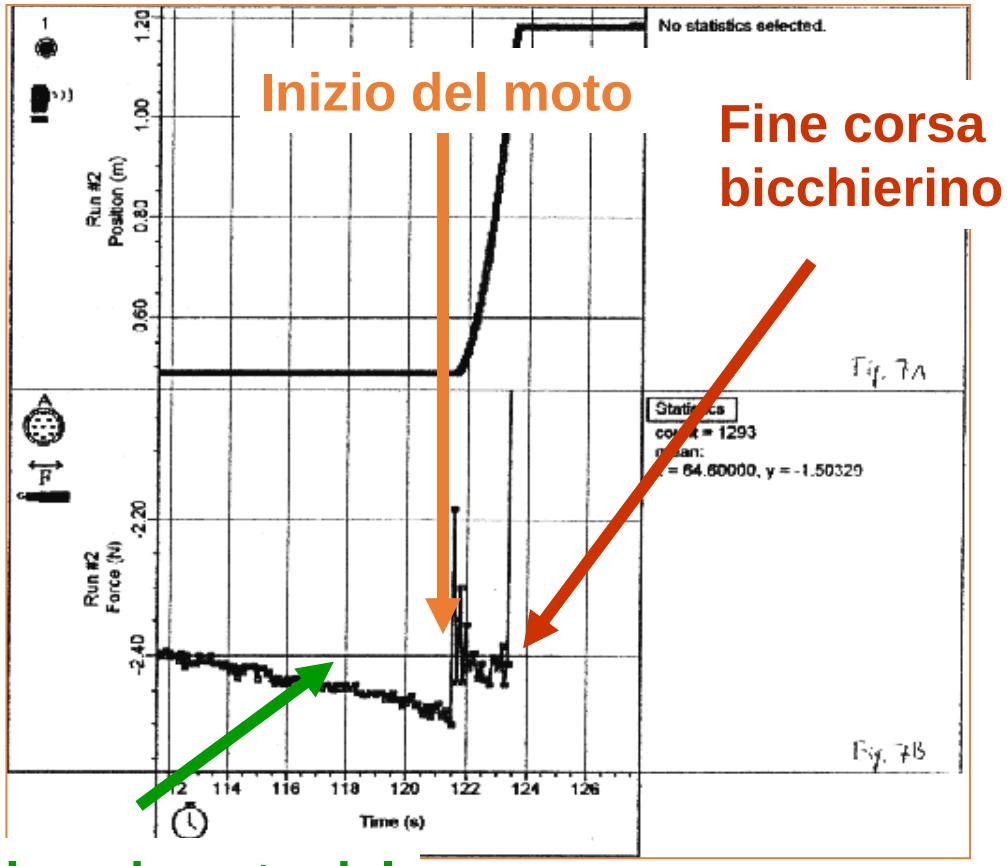
Si discute

F(t) ed in particolare

la discontinuità tra:

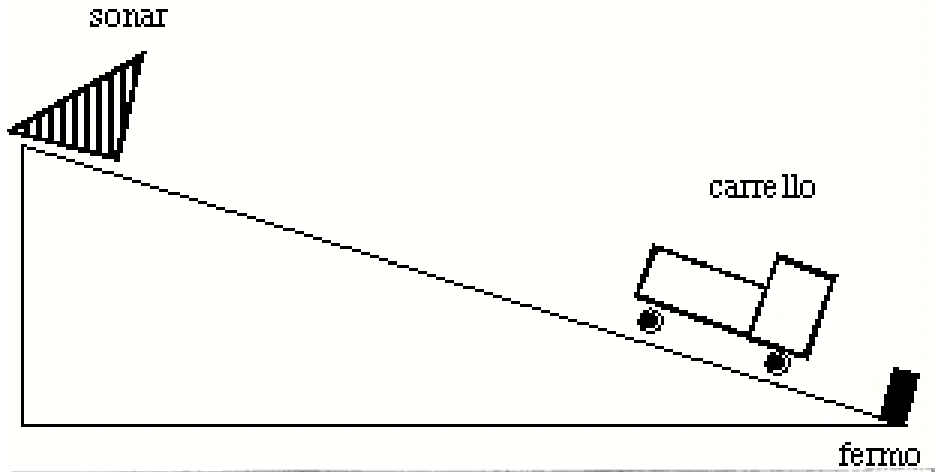
- **la condizione statica (forza misurata crescente per trazione crescente) e**
- **quella di equilibrio dinamico (forza misurata pressoché costante).**





Una nuova didattica in cui carattere epistemico e ruolo concettuale degli enti diventa appropriazione in sfide intellettiali

Attrito:
la salita e la discesa lungo una rampa



Si analizza il moto di un carrello lungo un piano inclinato con i grafici s(t), v(t), a(t).

L'asimmetria

della parabola s(t)

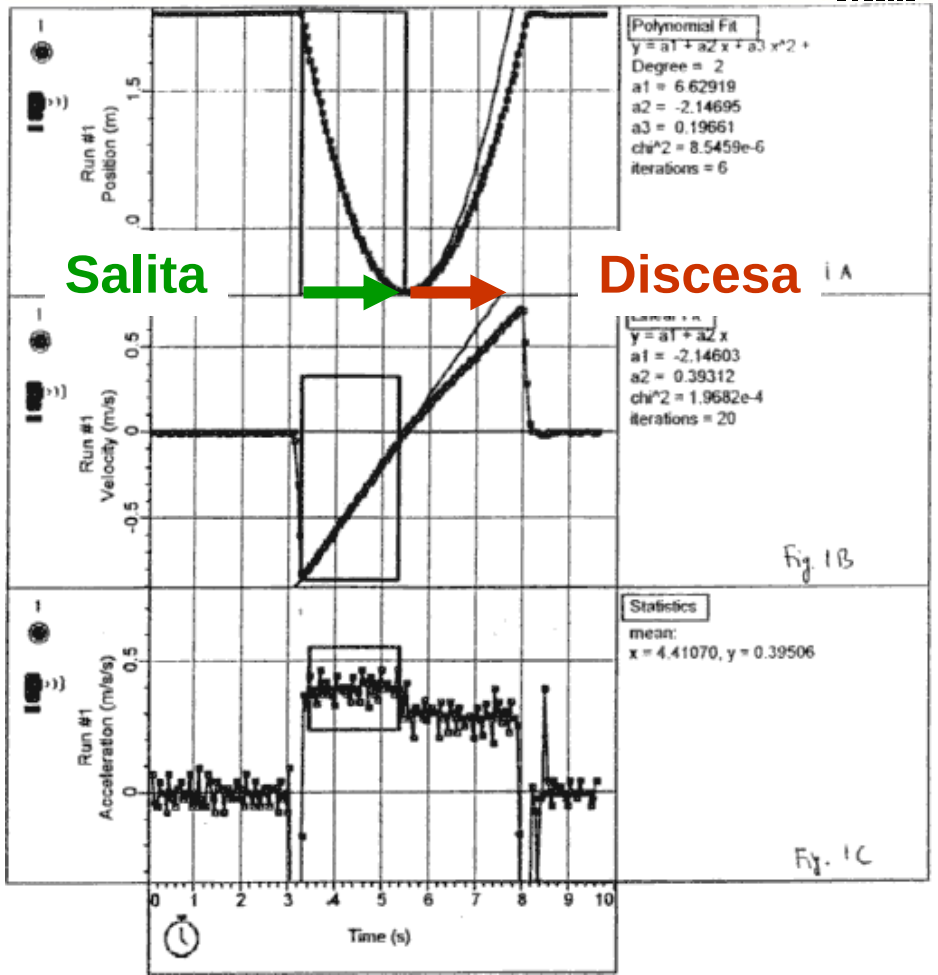
la diversa pendenza di v(t)

i diversi valori di a(t)

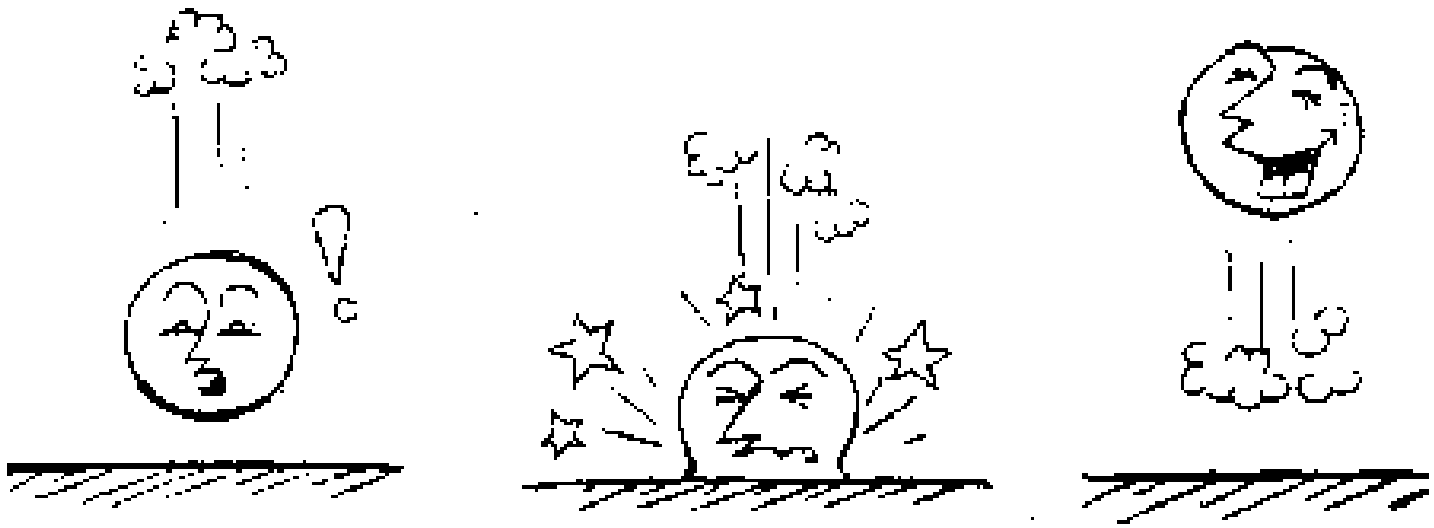
permettono di risalire al coefficiente di attrito

-Mgh/l-A=-Ma

-Mgh/l-A=Ma



Multi - prospetticità

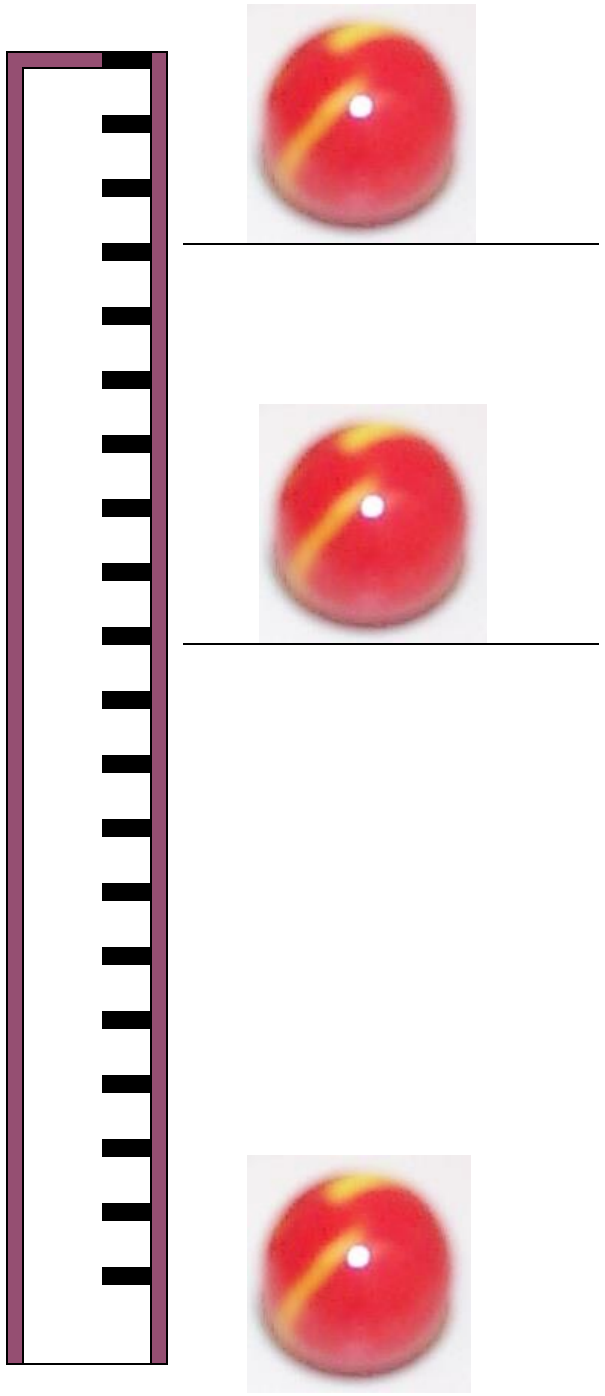


Una pallina che rimbalza per imparare la meccanica

http://www.fisica.uniud.it/%7Emichelini/pallina/struttura_pallina.html

Studio di un caso: la pallina che rimbalza

- *Fenomeno comune*
- *Si può analizzare a diversi livelli*
- *La descrizione fenomenologica è semplice*
- *Aiuta a costruire abilità a trattare con fenomeni fisici*



I. esplorazione fenomenologica con materiale povero

$$r_i = h_i/h_0$$

$$R_i = h_i/h_{i-1}$$

Si trova la formula

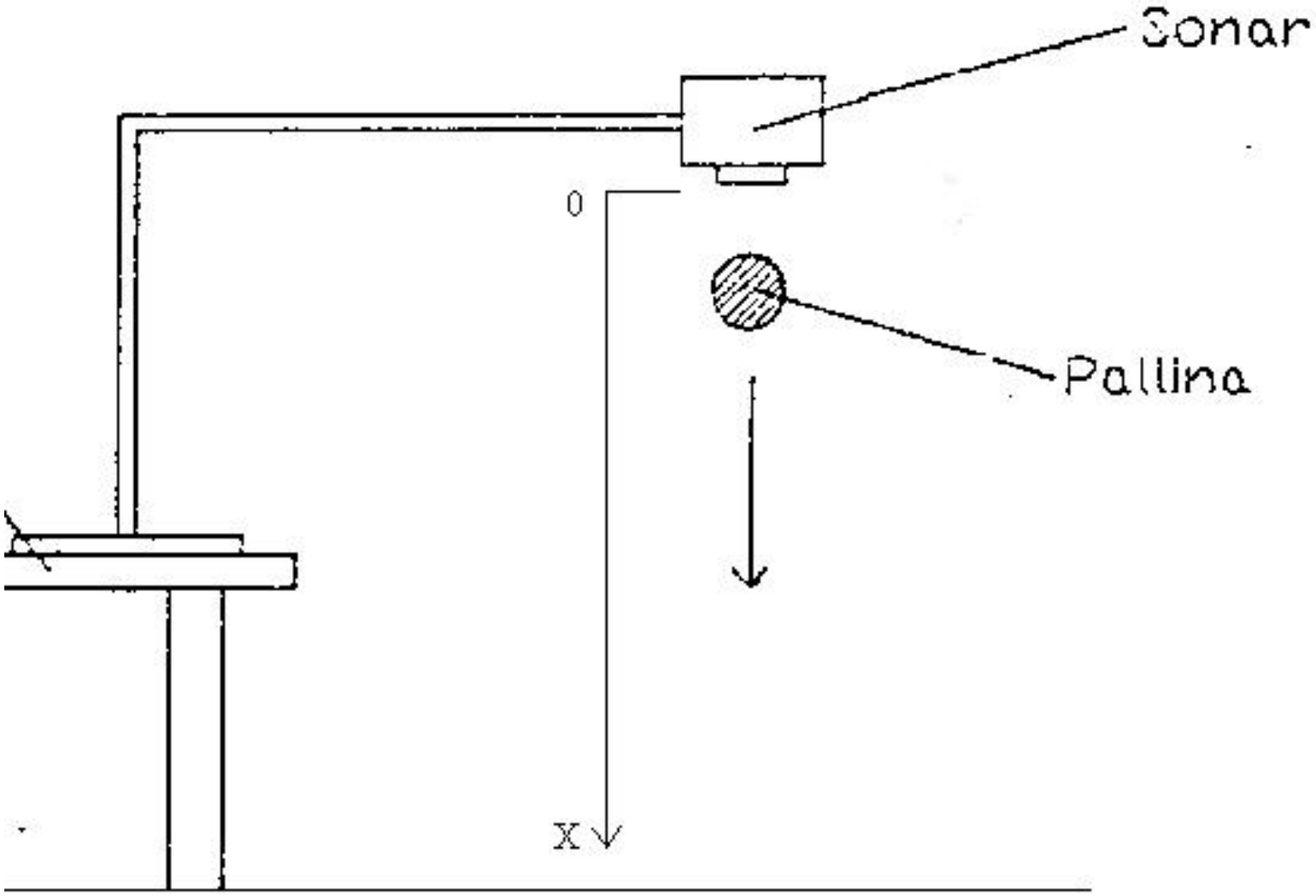
$$h_i = \varepsilon^i h_0$$

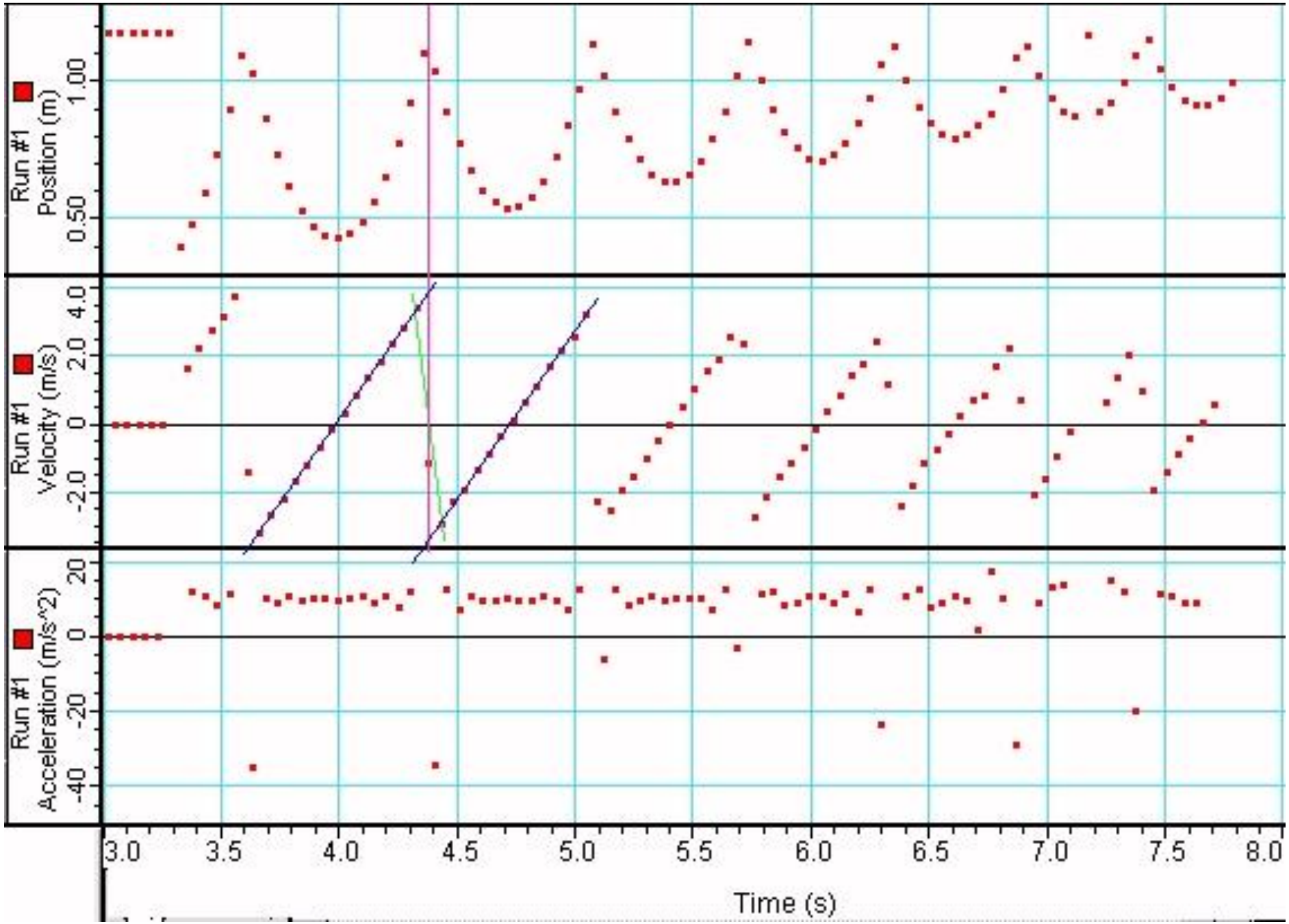
dove
h_0 è l'altezza iniziale e
h_i quella dopo l' i-esimo rimbalzo.

Il foglio elettronico aiuta a raccogliere i dati del rimbalzo per riconoscere la legge fenomenologica sottesa

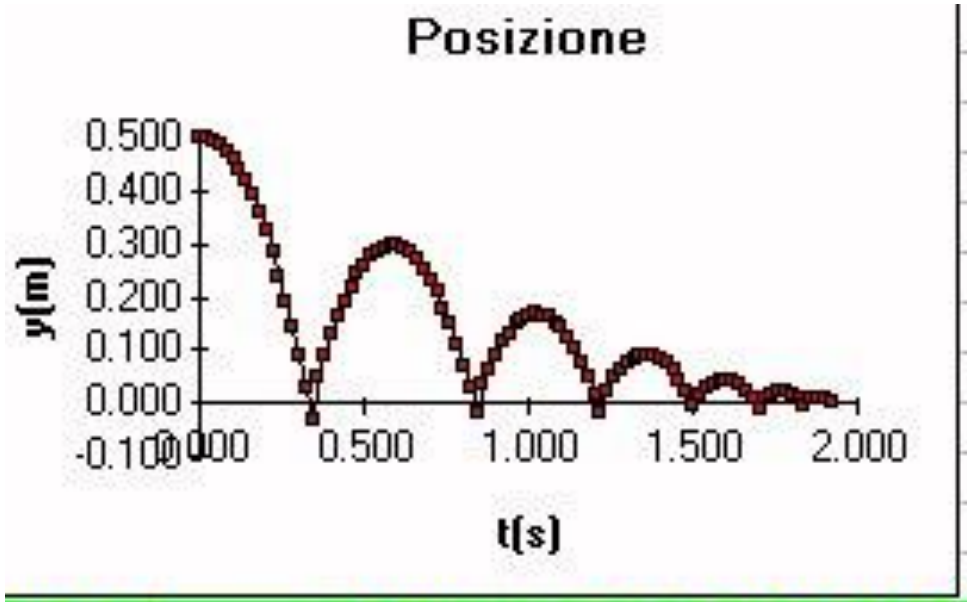
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		**Il rimbalzo di una pallina**								
2		**Scheda 1**		**Analisi dei dati**						
3										
4	Le caselle azzurre contengono i dettagli delle formule che permettono di calcolare le quantita'									
5	indicate nelle caselle verdi confinanti.									
6										
7		Pallina:	***Tipo A***				Pallina:	***Tipo B***		
8		N. dati	10				N. dati	10		
9										
10	Numero	Altezza	R_i	r_i			Altezza	R_i	r_i	
11	rimbalzo	h_i (m)	(h_i / h_i-1)	(h_i / h_o)			h_i (m)	(h_i / h_i-1)	(h_i / h_o)	
12		Dato	B13 / B12	B13 / B$12			Dato	F13 / F12	F13 / F$12	
13	0	2	-	-	-		2	-	-	-
14	1	1.6					1.82			
15	2	1.33					1.6			

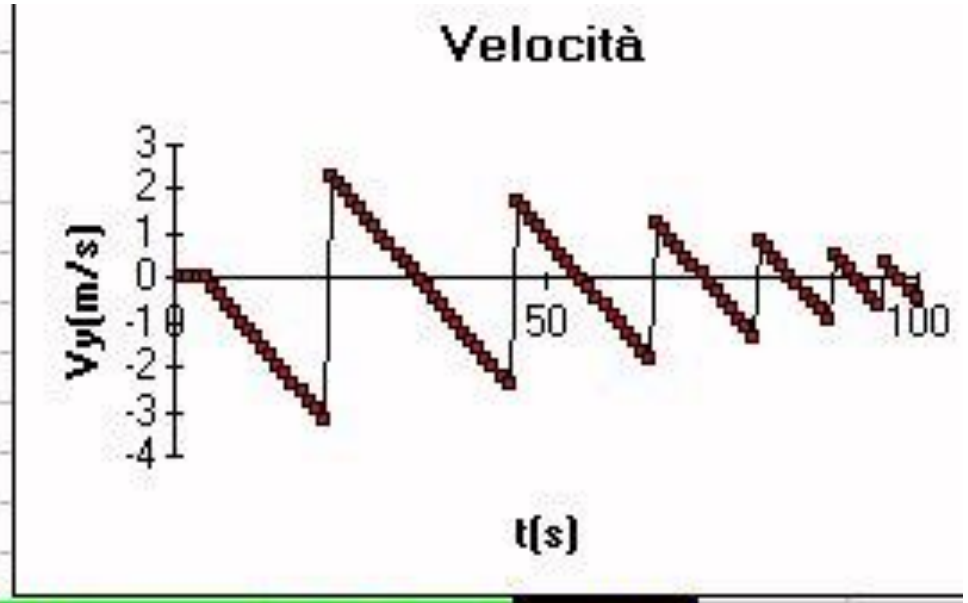
III - Acquisizione dei dati di posizione con il sensore a sonar




Run #1
Position (m)
1.00
0.50
Run #1
Velocity (m/s)
4.0
2.0
0
-2.0
Run #1
Acceleration (m/s^2)
20
0
-20
-40
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
Time (s)

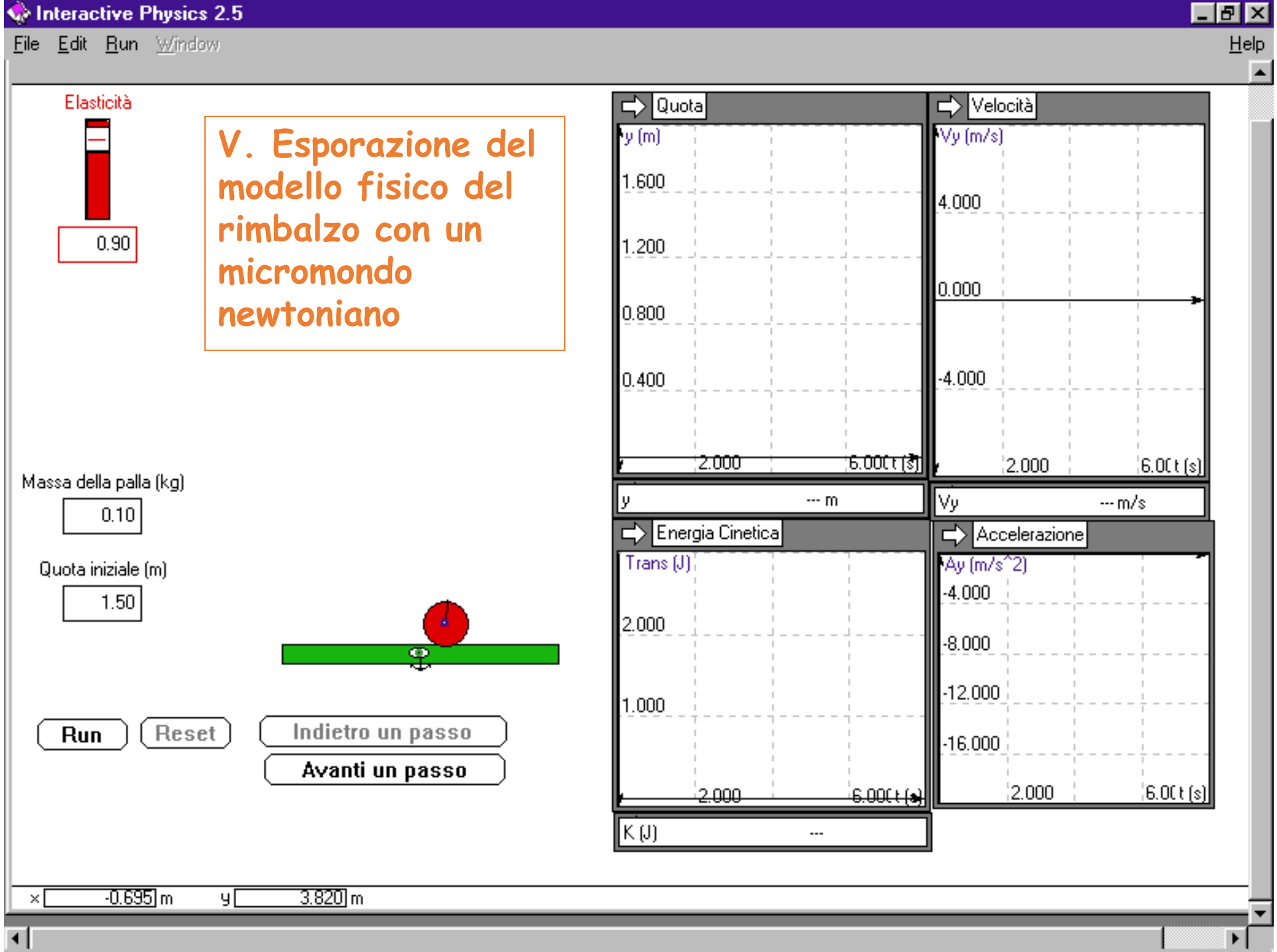
IV. Un modellofisico del rimbalzo con il foglio elettronico





F(t+Dt) =	M g - Urto(t) * (epsilon^1/2 +1) M V(t) / Dt	epsilon=	0.64	
V(t+Dt) =	V(t) + F(t+Dt)/M * Dt	M =	0.01	kg
Y(t+Dt) =	Y'(t) + V(t) * Dt	Dt =	0.02	s
Urto(t) =	(1-SIGN(Y(t)))/2	Y(0) =	0.5	m
NoUrto(t) =	1-Urto(t)	g =	-9.81	m/s^2
Y'(t)=	Nourto(t)*Y(t)			

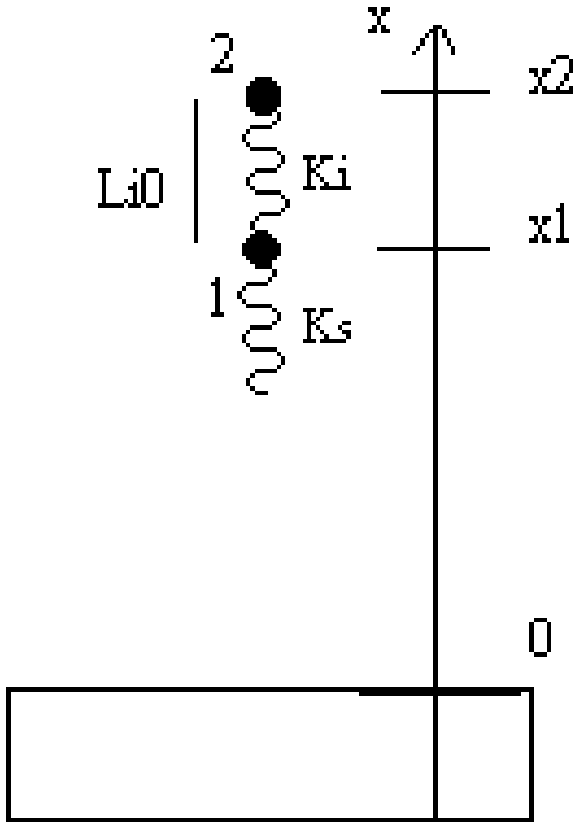
t (s)	y(m)	Urto	NoUrto	F (N)	y'(m)	v(m/s)
0	$I$18	0.5 * (1-	1-D26	$I$16*$I$19	E26*C26	0
B26 + $I$17	G26 + H26 * $I$17	SIGN(C26))		$I$16*[$I$19-D27*H26* (RADQ($I$15)+1)/$I$17]		H26+ F27/$I$16*$I$17
0.000	0.500	0	1	-0.098	0.500	0.000
0.020	0.500	0	1	-0.098	0.500	-0.196


Interactive Physics 2.5
File Edit Run Window Help
Elasticità
0.90
V. Esporazione del modello fisico del rimbalzo con un micromondo newtoniano
Massa della palla (kg)
0.10
Quota iniziale (m)
1.50
Run
Reset
Indietro un passo
Avanti un passo
Quota
y (m)
1.600
1.200
0.800
0.400
2.000
6.000 t (s)
y --- m
Velocità
Vy (m/s)
4.000
0.000
-4.000
2.000
6.000 t (s)
Vy --- m/s
Energia Cinetica
Trans (J)
2.000
1.000
2.000
6.000 t (s)
K (J) ---
Accelerazione
Ay (m/s^2)
-4.000
-8.000
-12.000
-16.000
2.000
6.000 t (s)
x -0.695 m
y 3.820 m

Interpretazione del coefficiente di restituzione come una conversione di energia cinetica in energia interna

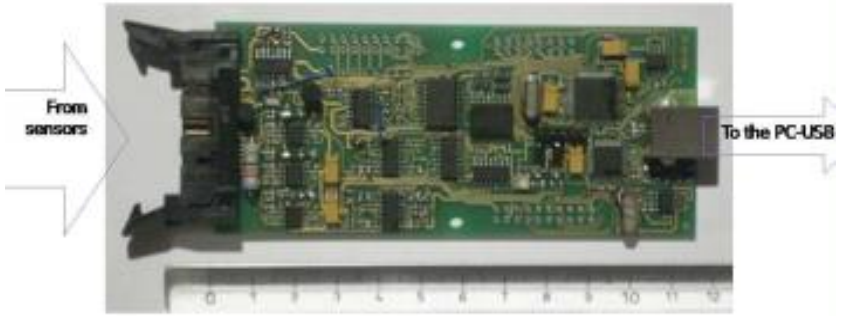
Un semplice modello: due pun

N J Bridges
Energy conservation and restitution in inelastic collisions: a simple model
***Phys. Educ.*, 33 (5), 1998, p.311**

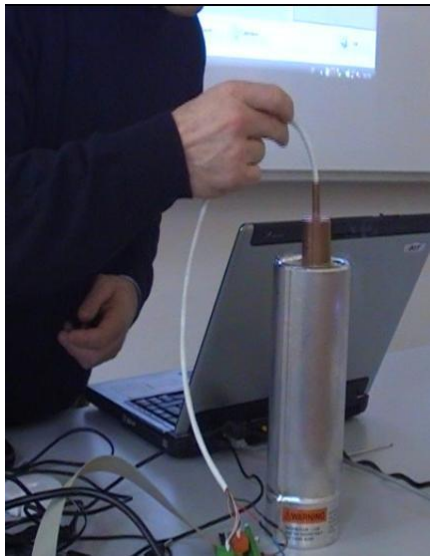


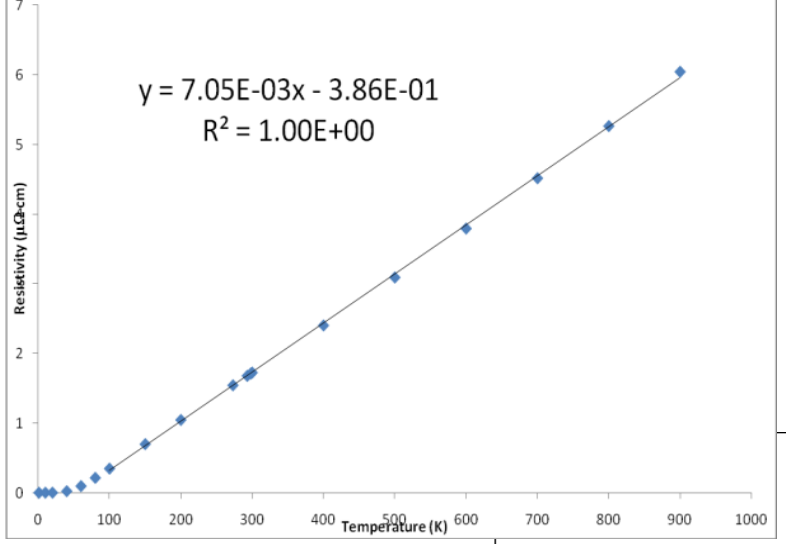
LABORATORI DI AVANGUARDIA R&H

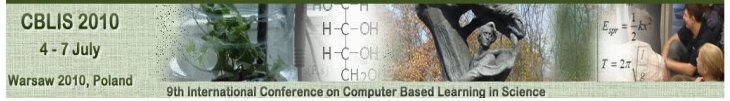
The system



- the interface card for the USB connection to the computer

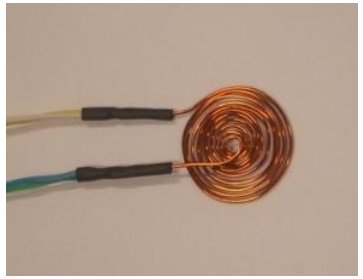




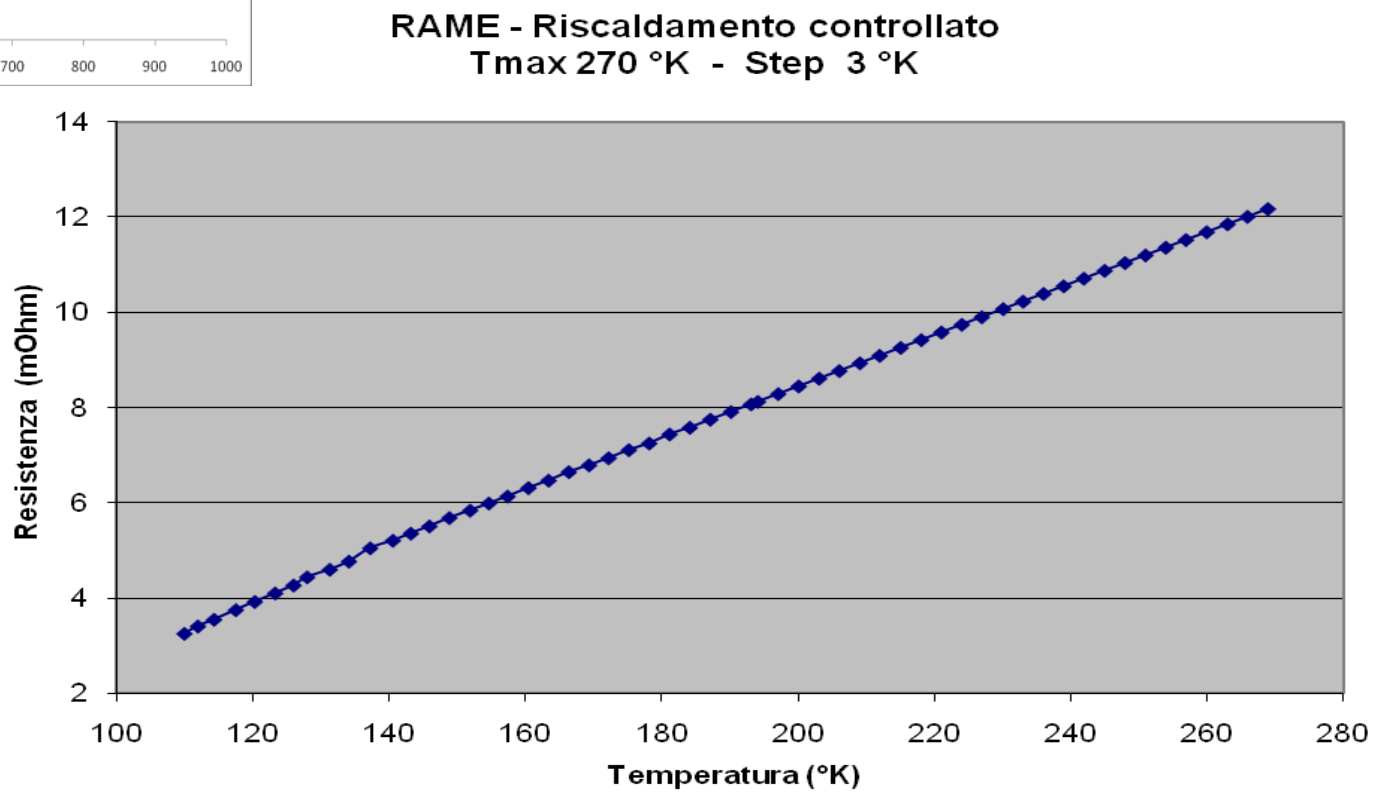


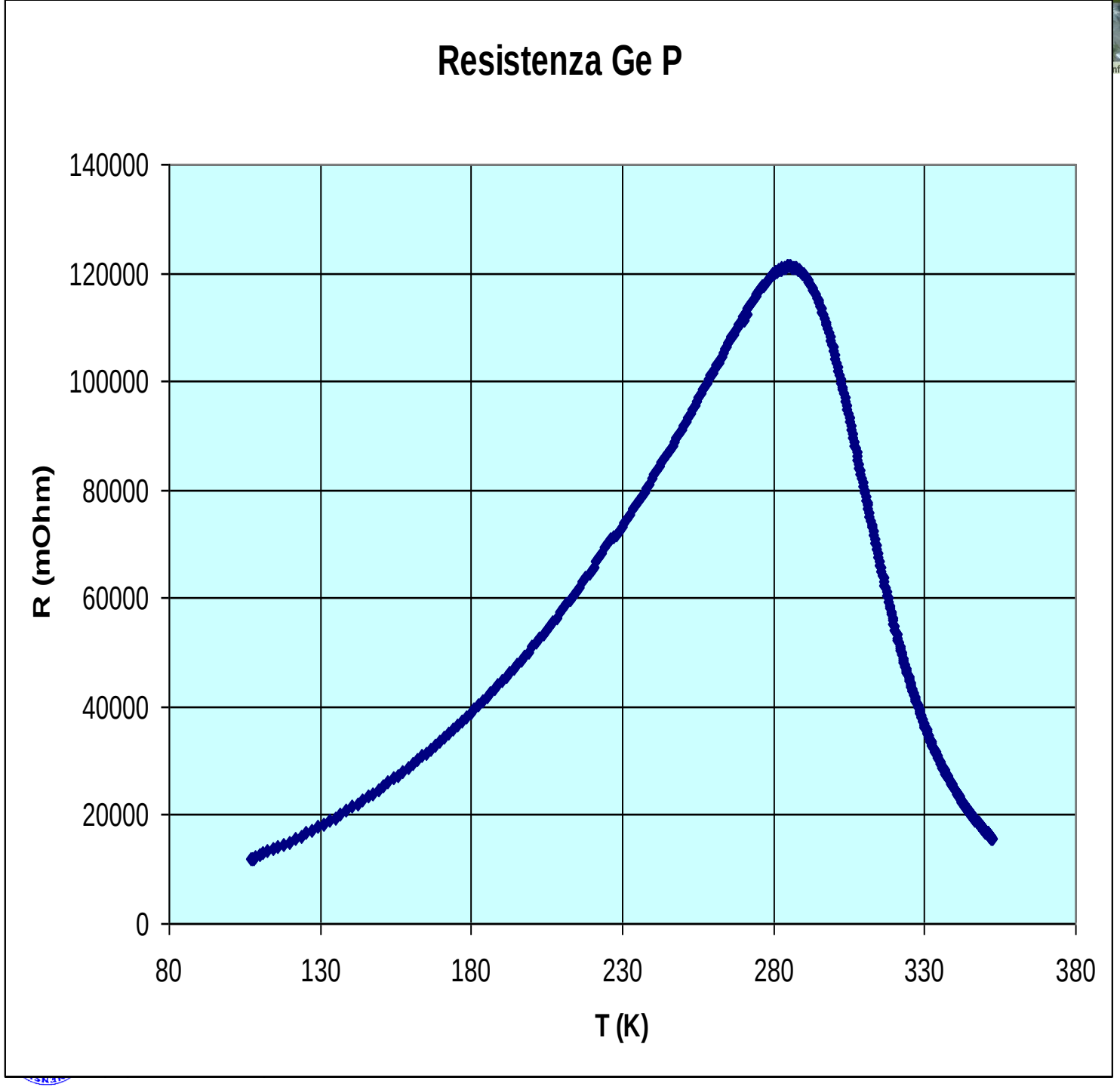
Campioni metallici

Rame

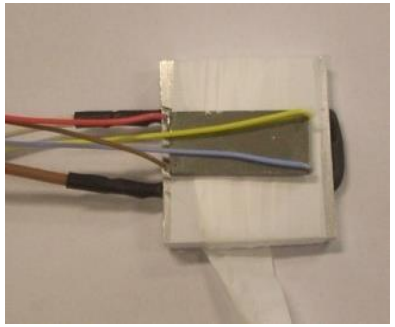


RESISTIVITA' vs T

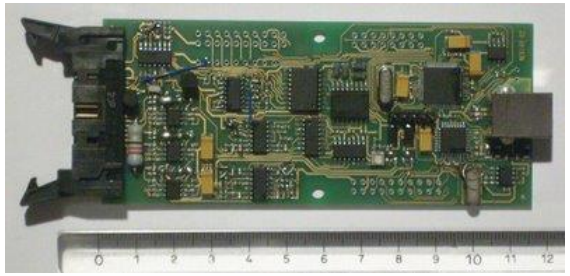


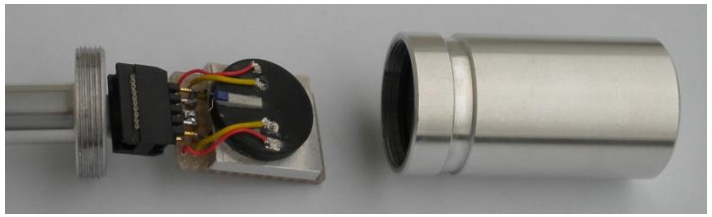


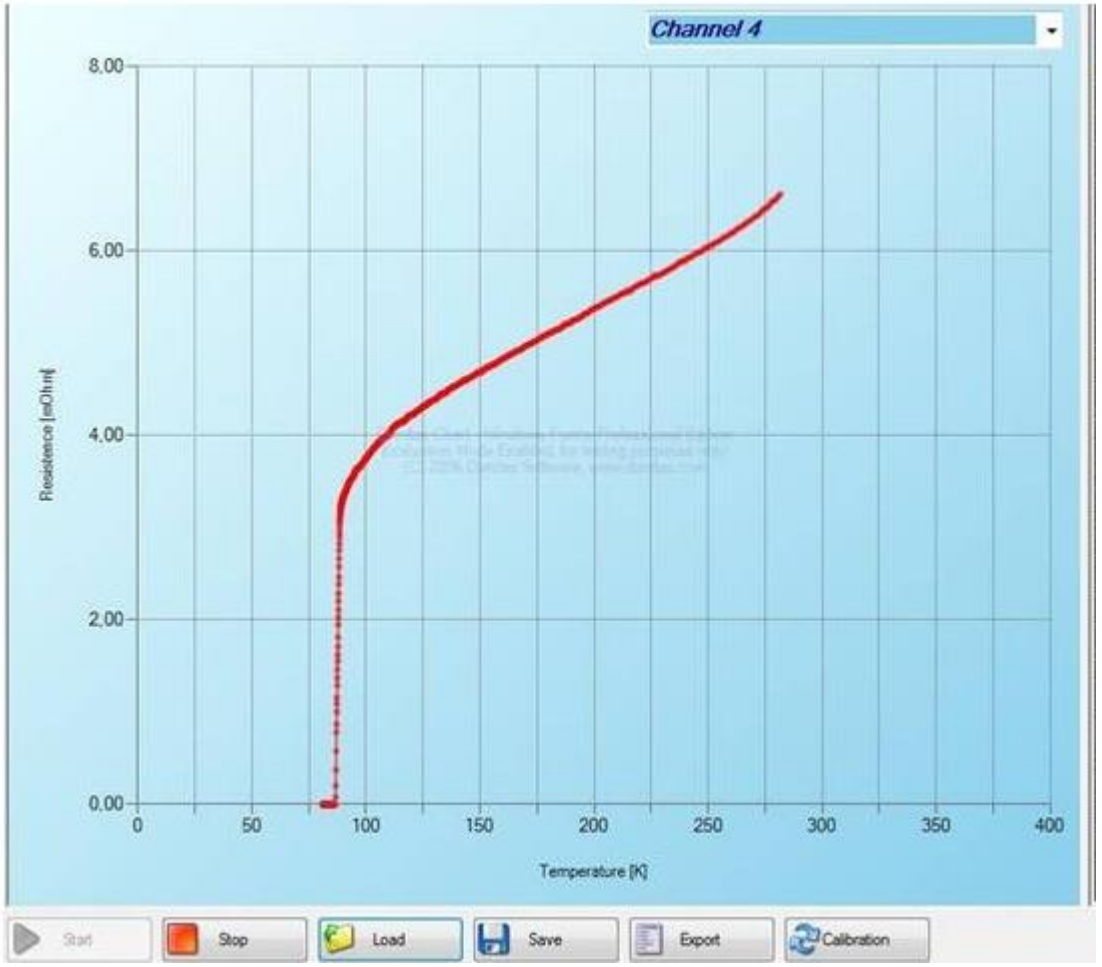
semiconduttore



Il brevetto R&H
e le misure di resistività





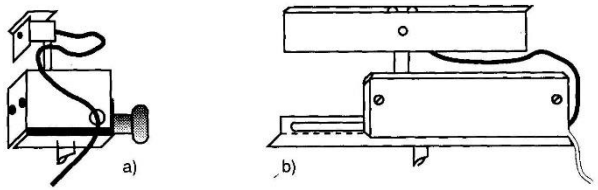


REMOTE LABs

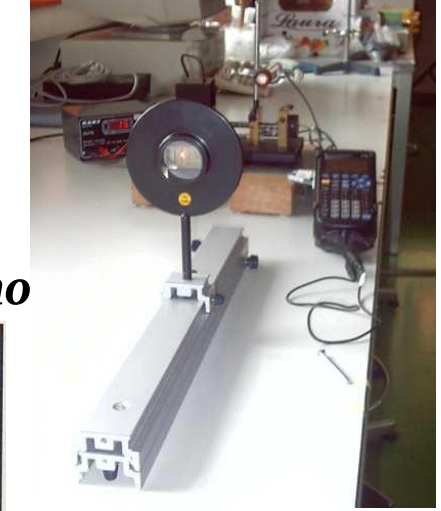
Non sicuro | rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de
Remotely Controlled Laboratories - RCLs
esperimentando a distanza
Home
Cosa sono gli RCL
RCLs
I partner
Note tecniche
Contatto
Note Legali / Privacy Policy
RCLs
La Diffrazione Elettronica
Tomografia Computerizzata
Esperimento di Millikan
Velocità della Luce
World Pendulum
Oscilloscopio
Effetto Fotoelettrico
Caratteristiche Semiconduttore
Galleria del Vento
Trasformata di Fourier
La Diffrazione Elettronica
Osserva la diffrazione degli elettroni da un film di grafite
Luogo: Universität der Bundeswehr München, Germania
Pubblicazione: 2002
Traduzione Inglese-Italiano: R. Fieschi, Università degli studi di Parma

La diffrazione

Esploro l'intensità luminosa vs x

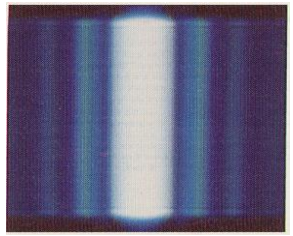


Analisi qualitativa e quantitativa della distribuzione di intensità luminosa ed individuazione delle ***leggi del fenomeno***



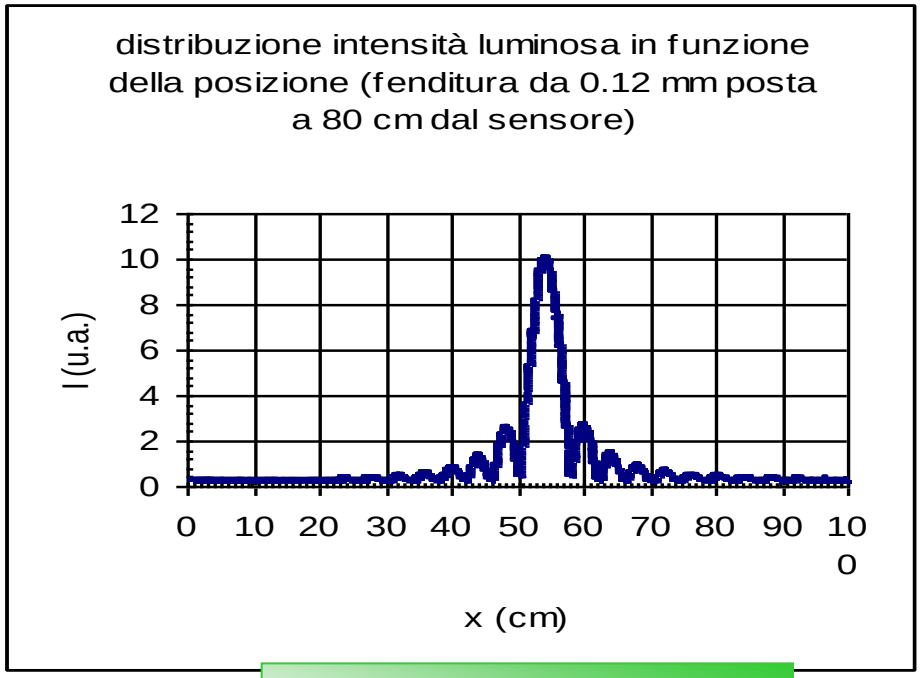
R&D: LUCEGRAFO misura l'intensità luminosa vs posizione

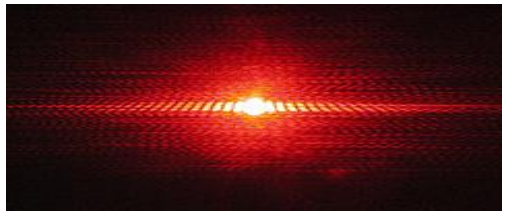
$$\frac{\Delta x_m}{D} = k * m$$



Analisi dei dati ottenuti sperimentalmente e costruzione delle leggi del fenomeno

$$\frac{I_M}{I_0} = \left(\frac{D\lambda}{\pi a}\right)^2 \frac{1}{(x_M - x_0)^2}$$

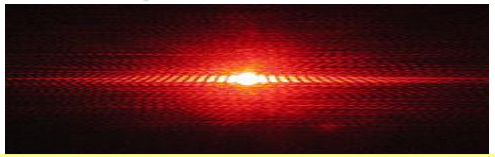


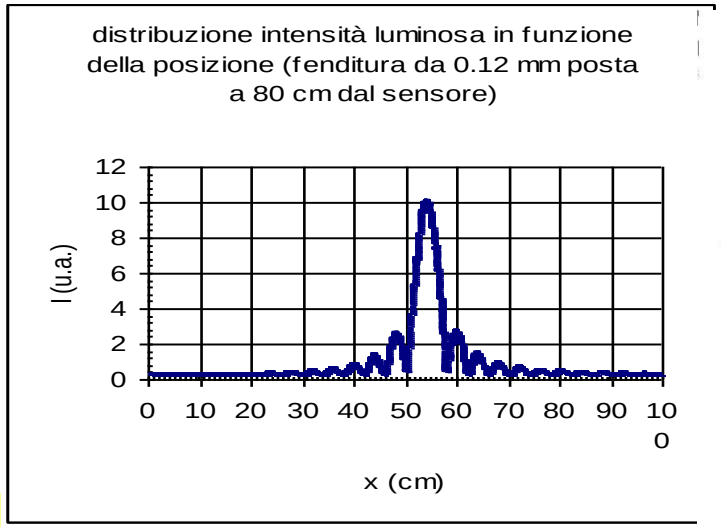


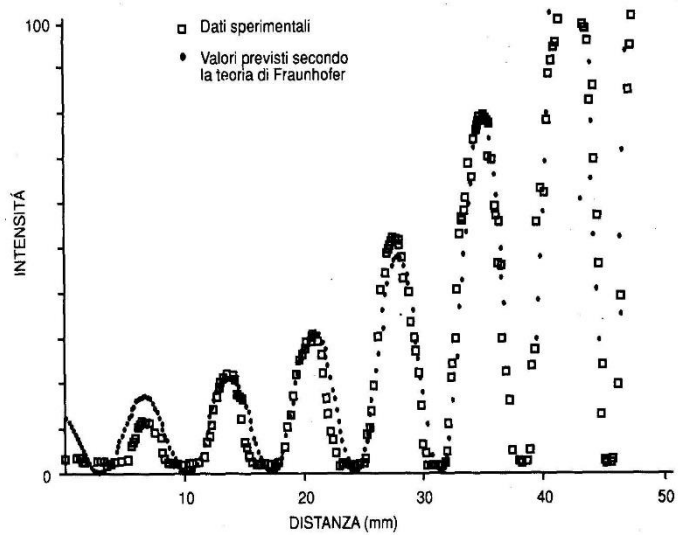
$$\frac{x_M - x_0}{D} = (2M+1)\frac{\lambda}{2a}$$

Costruzione di un ponte tra fenomeno e interpretazioni teoriche

Diffrazione
dal fitting con la SINC, al confronto tra modelli interpretativi

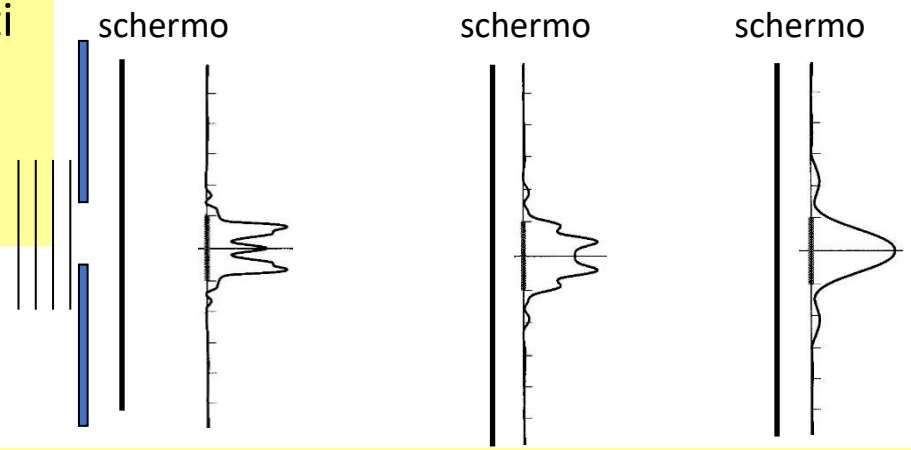


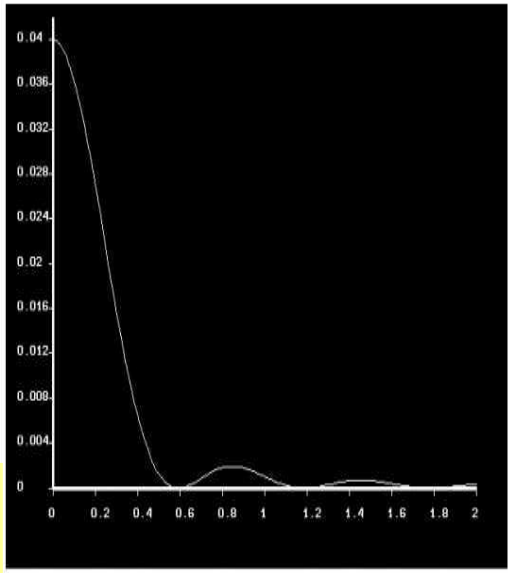




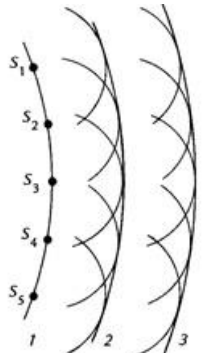
R&D: sw per la MODELLIZZAZIONE del principio di Huygens: esplorazione degli esiti interferenziali delle onde prodotte da singole sorgenti

Interpretazione in FC&MQ





N = 50 Distribuzione di intensita' luminosa sullo schermo



Individuare i diversi pattern di diffrazione dal punto di vista teorico

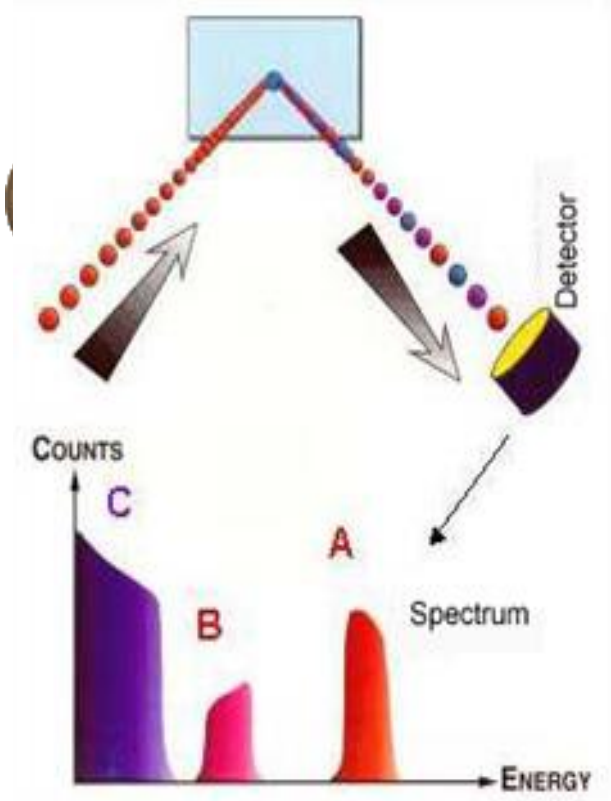
La Fisica
nelle moderne tecniche di analisi

Rutherford Backscatterig Spectroscopy - RBS

La misura consiste nel raccogliere lo spettro in energia di ioni (He++ of 2 MeV) retrodiffusi in una certa direzione, dopo un urto con un atomo campione, in un acceleratore lineare.

RBS procura informazioni sulla distribuzione degli elementi constituenti dei primi 500 nm della superficie del campione.

Trattamento semi-classico dei dati.



La Fisica nelle moderne tecniche di analisi

Il principio di misura, ed il trattamento semiclas
gli stude

Si offre l'

- Esplora
- Capire
  e della
  tecnica
- Capire
  possor
  inform
- Interpretare gli spettri come attività di problem solving

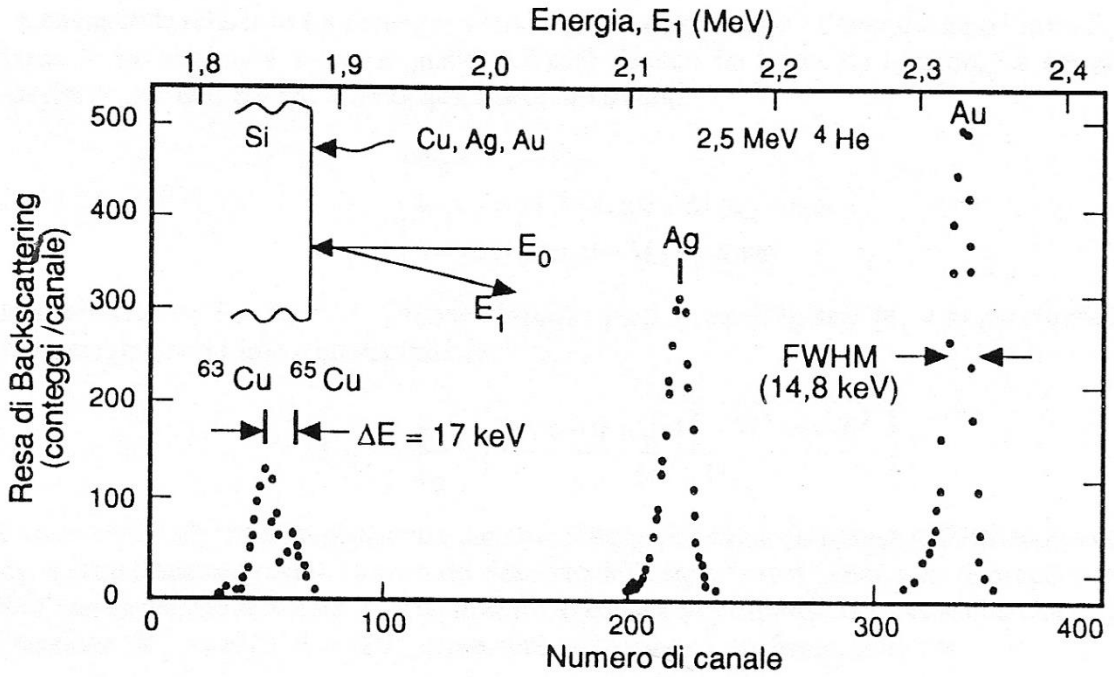
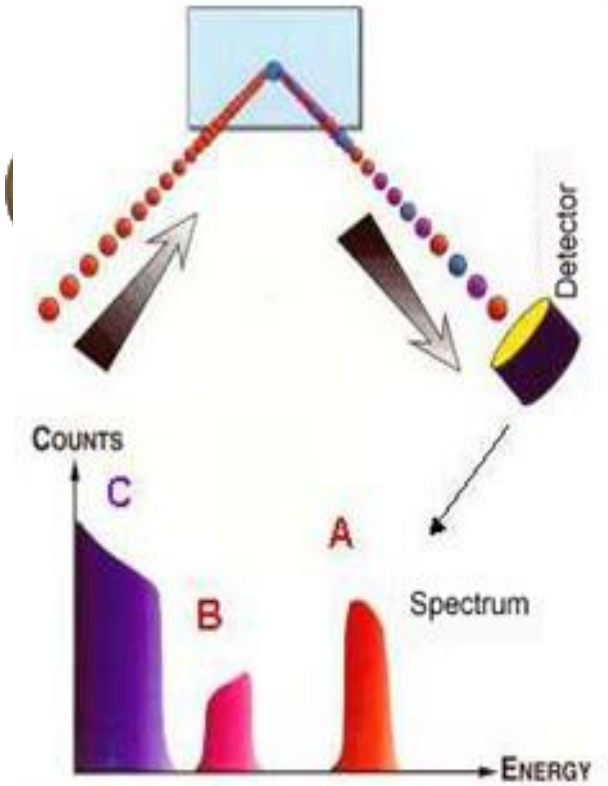
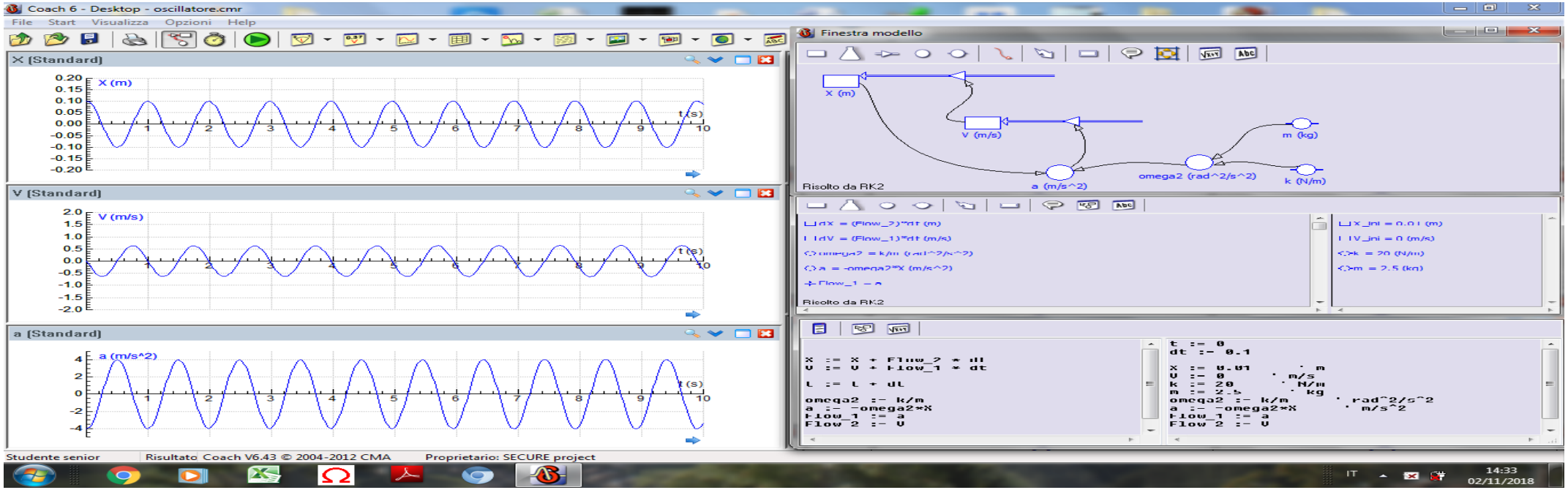


Figura 3. Spettro RBS di uno strato monoatomico di rame, argento e oro in ugual concentrazione depositato su silicio (segnale non visibile). Gli ioni del fascio sono He^+ a 2,5 MeV e l'angolo di scattering è $\theta = 170°$. Figura riportata dal riferimento bibliografico [1].

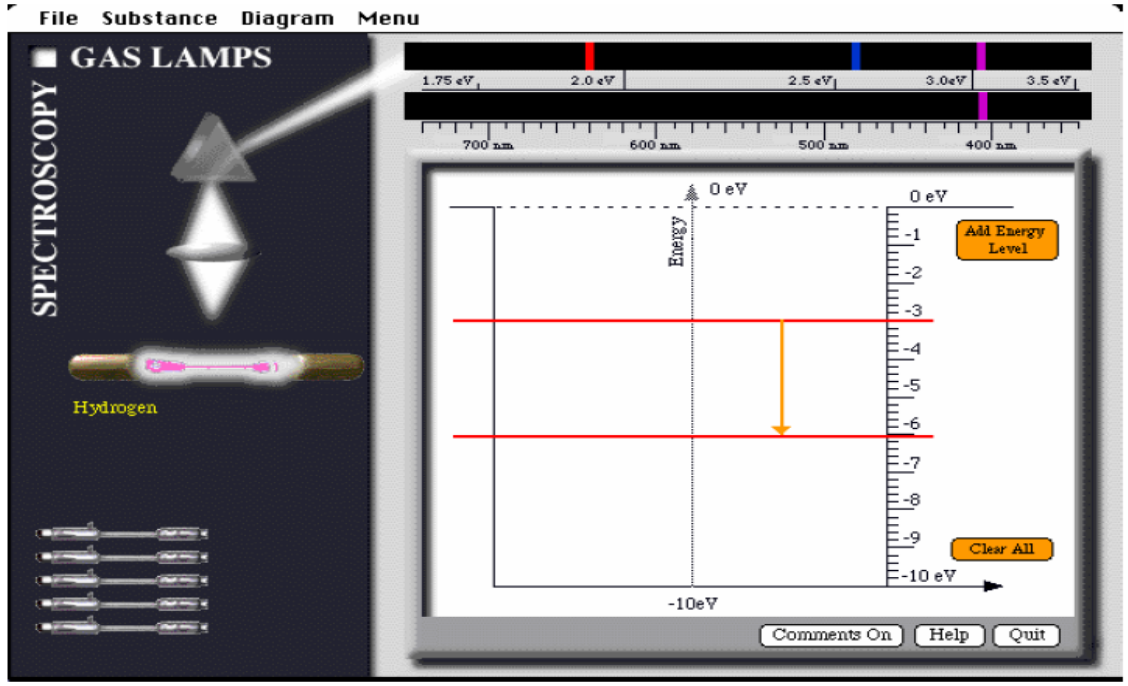


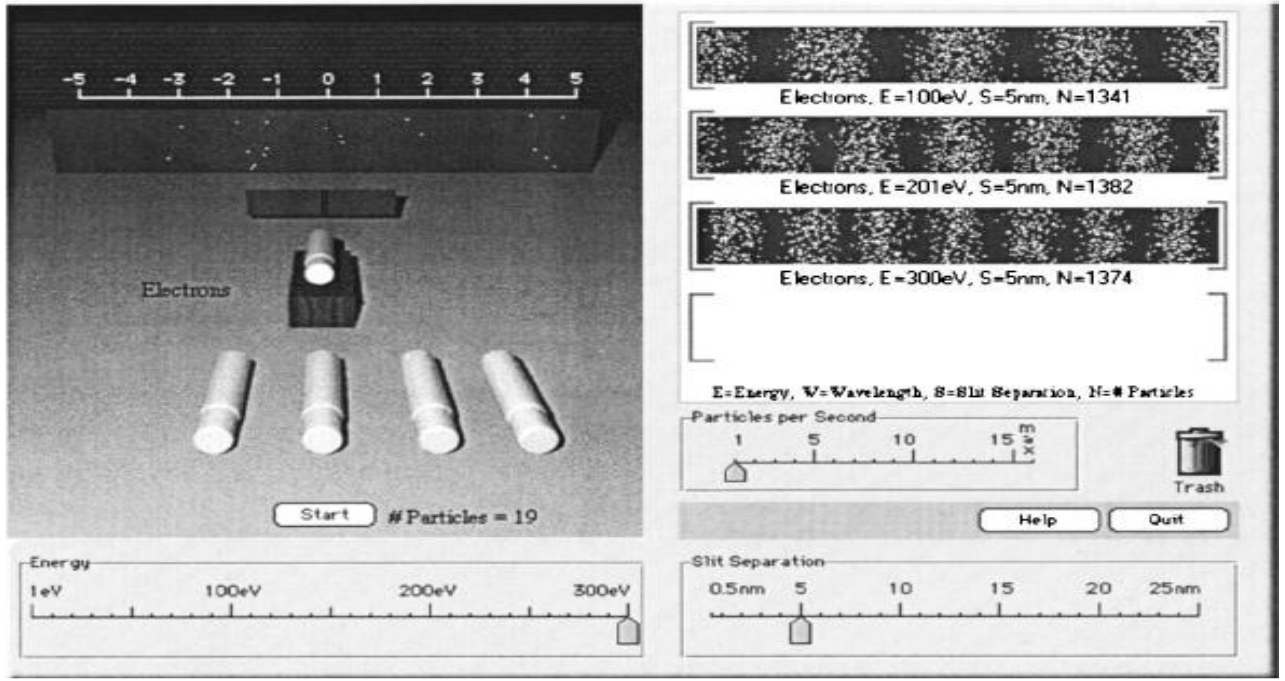
modeling



Modello dell’oscillatore massa molla nell’ambiente di modellizzazione di Coach6. Il modello può essere implementato in forma iconica realizzando una mappa come quella in alto a destra. Il software consente di visualizzare anche il significato matematico-formale e come è tradotto nel linguaggio di programmazione dal software stesso.

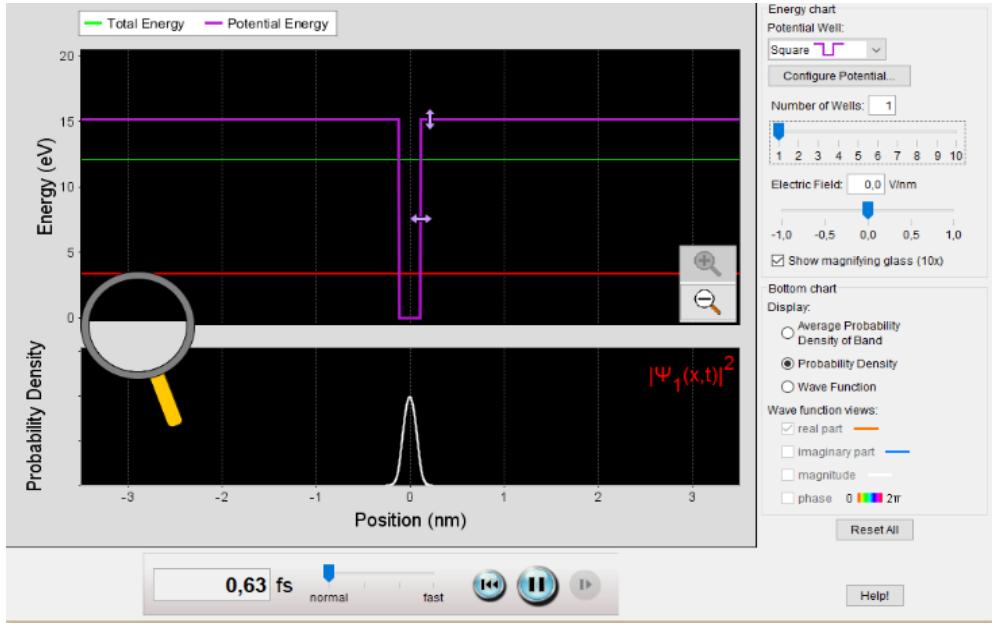
Simulazioni per sviluppare il pensiero interpretativo

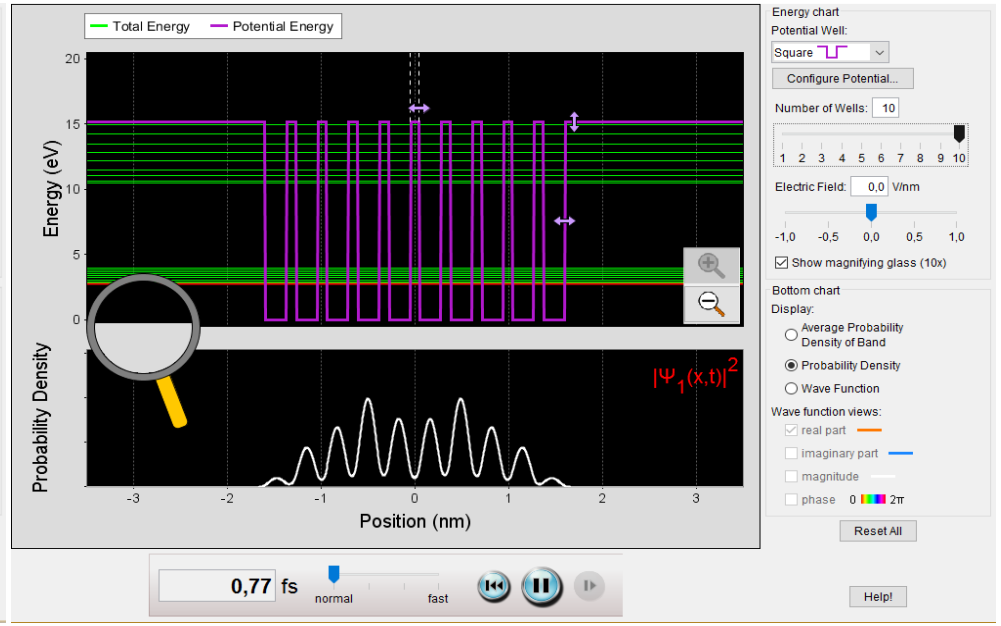




Applet di Visual Quantum Mechanics VQM (Zollman et al 2002), perla simulazione di un laboratorio di spettroscopia e di un fenomeno di diffrazione quantistico. Gli applet simulano contemporaneamente gli apparati sperimentali, in cui l'utente può scegliere il sistema con cui lavorare (una diversa lampada spettrale, il tipo di sorgente) e l'esito sperimentale. Una serie di cursori permettono di variare i parametri di sistema.

Simulazioni per sviluppare il pensiero interpretativo





Applet di PhE della Colorado University che simula la formazione delle bande in un solido (https://phet.colorado.edu/it/simulation/legacy/band-structure)

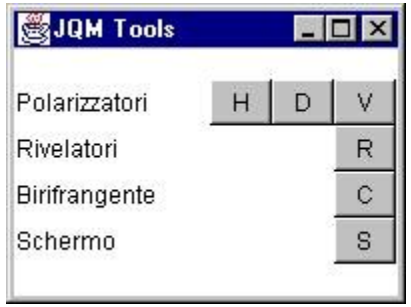
Il sw di modelizzazione (applet)

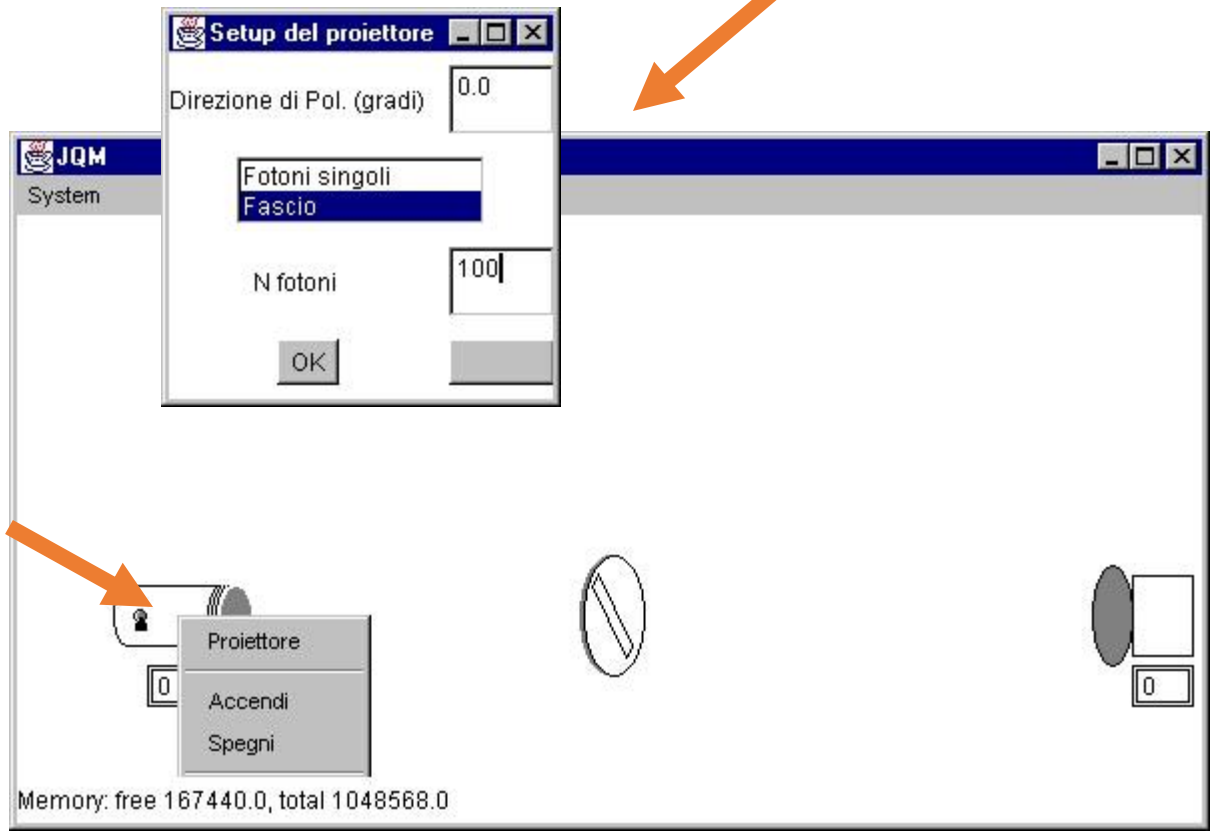
JQM

Disponibile gratis sul nostro sito

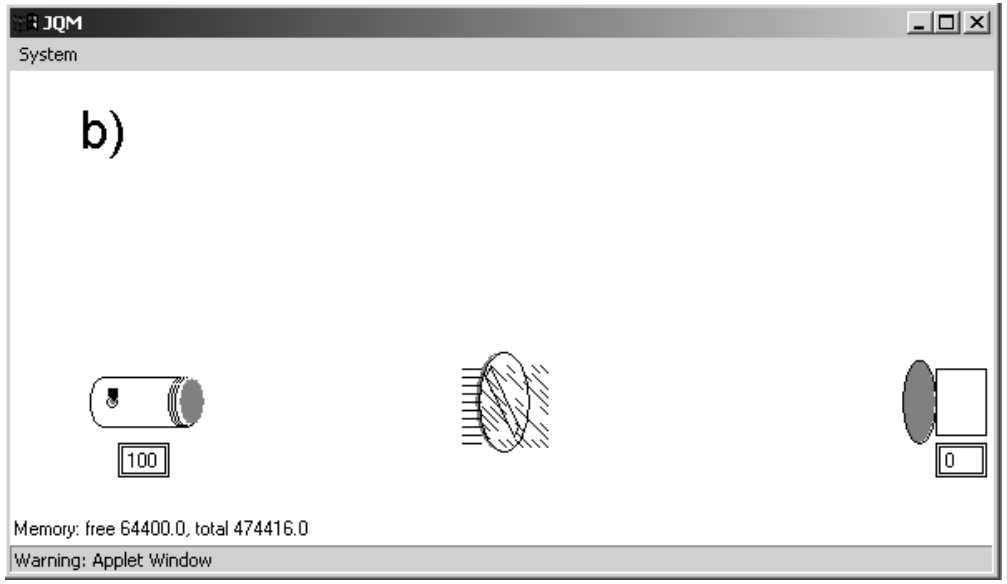
Diversi oggetti disponibili

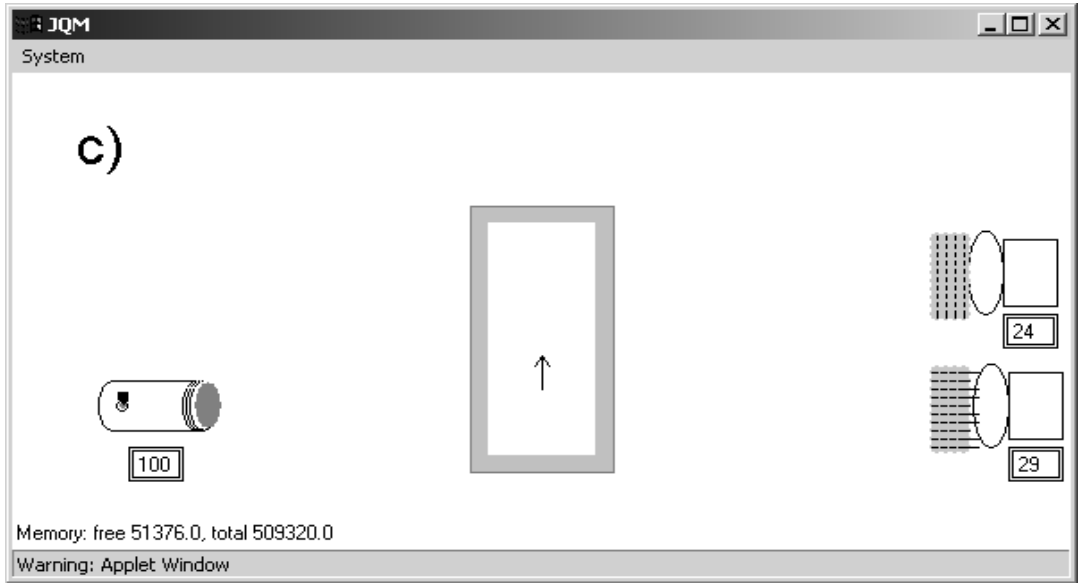
Si accede alle proprietà e agli strumenti da un menu (rigth click)





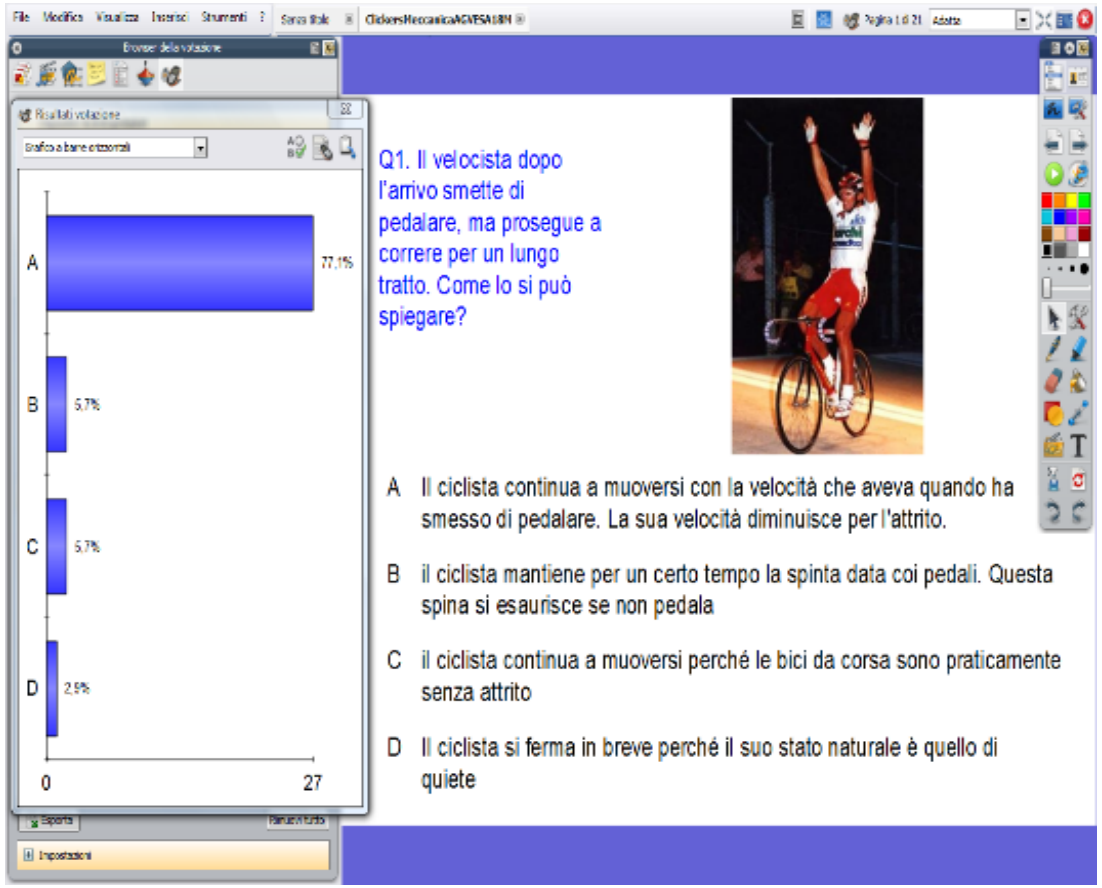
Esperimenti ideali in MQ

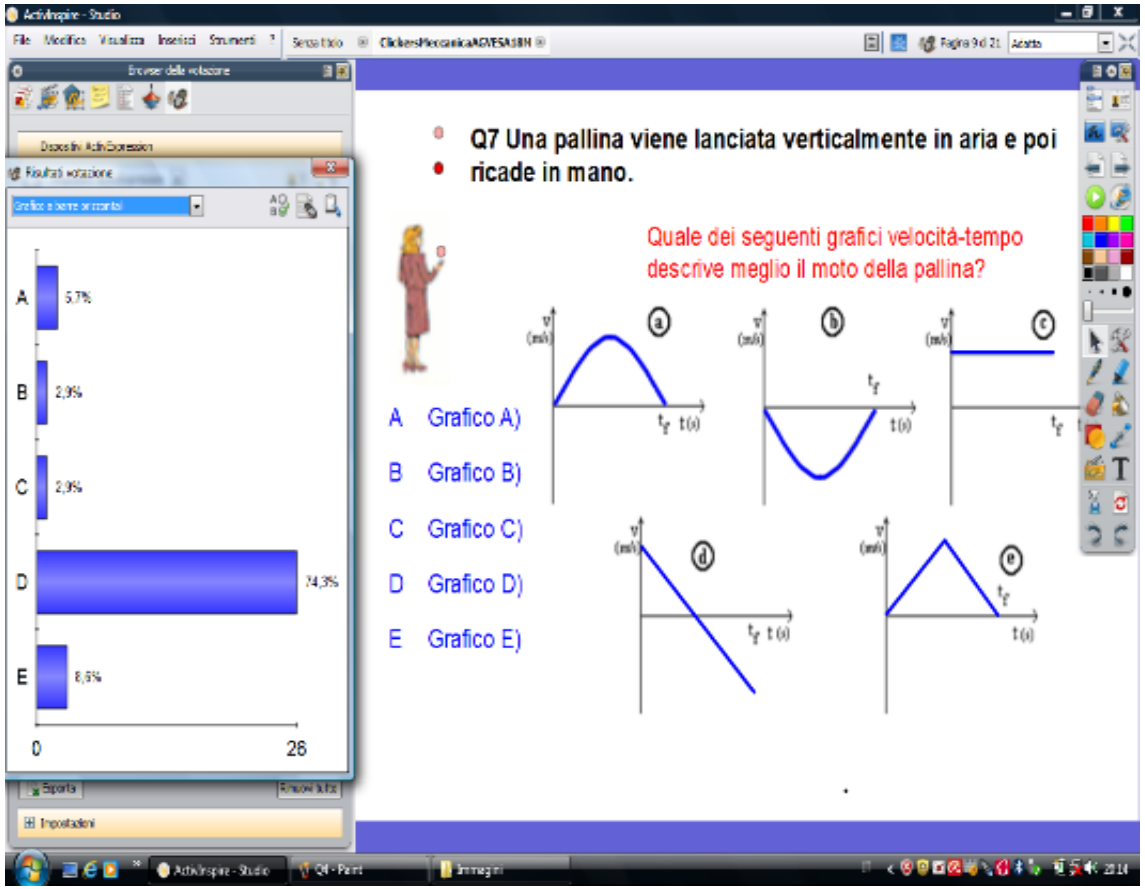




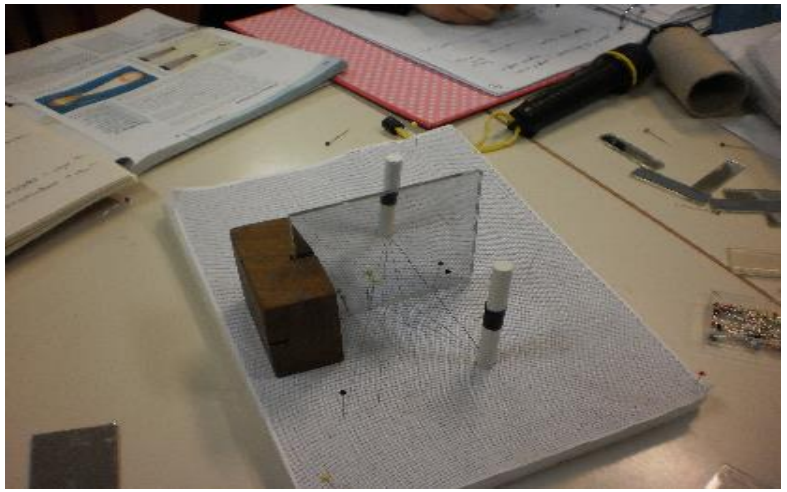
Situazioni realizzabili con JQM, in cui un fascio di fotoni polarizzati incide su un polaroid, su un cristallo birifrangente. I fotoni trasmessi vengono rivelati da rivelatori disposti per intercettare le direzioni su cui ci si deve attendere vengano trasmessi.

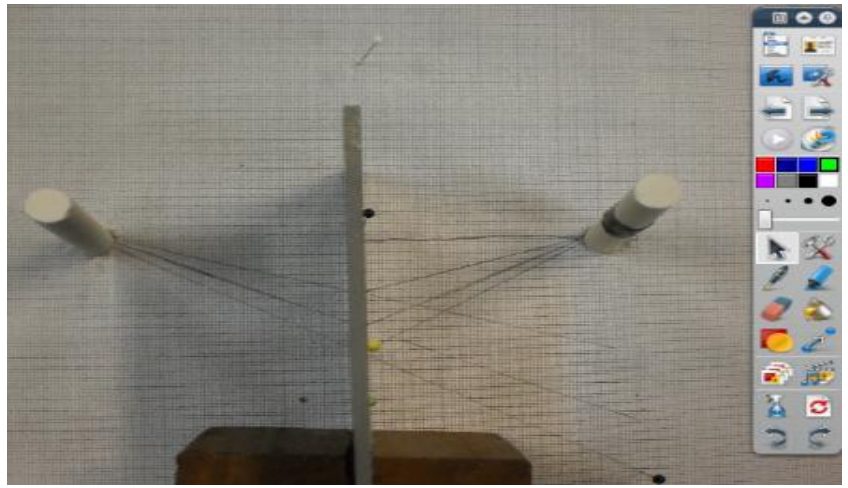
Batterie di esercizi

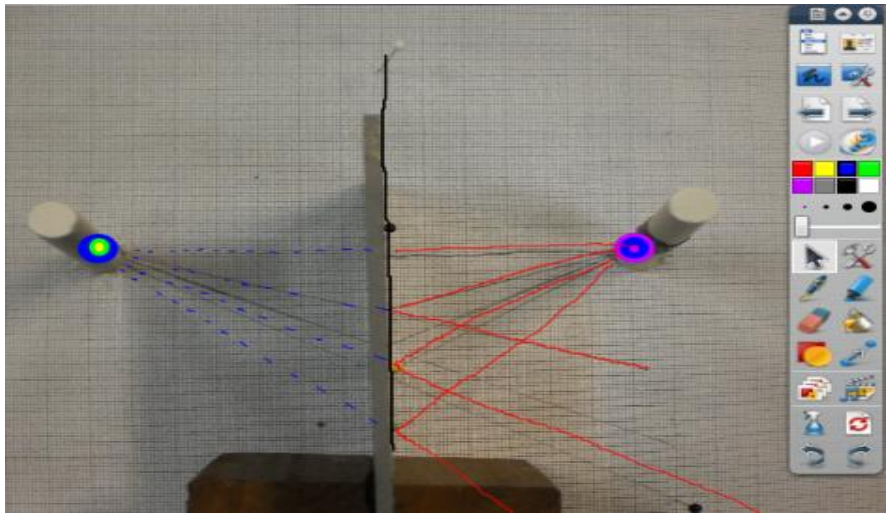


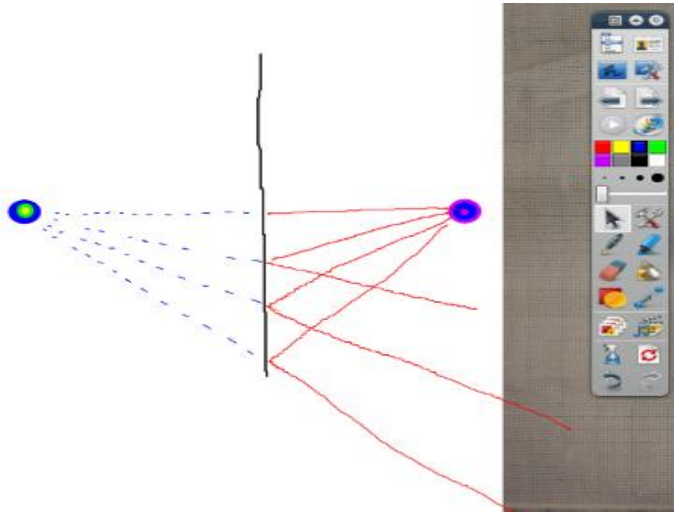


Dalle prove home-made al modello interpretativo: responsabilità progettuale

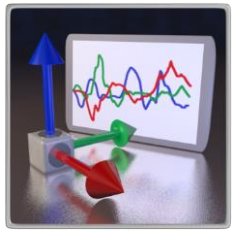




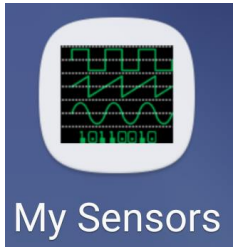




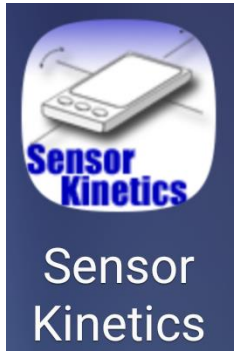
APP per Android

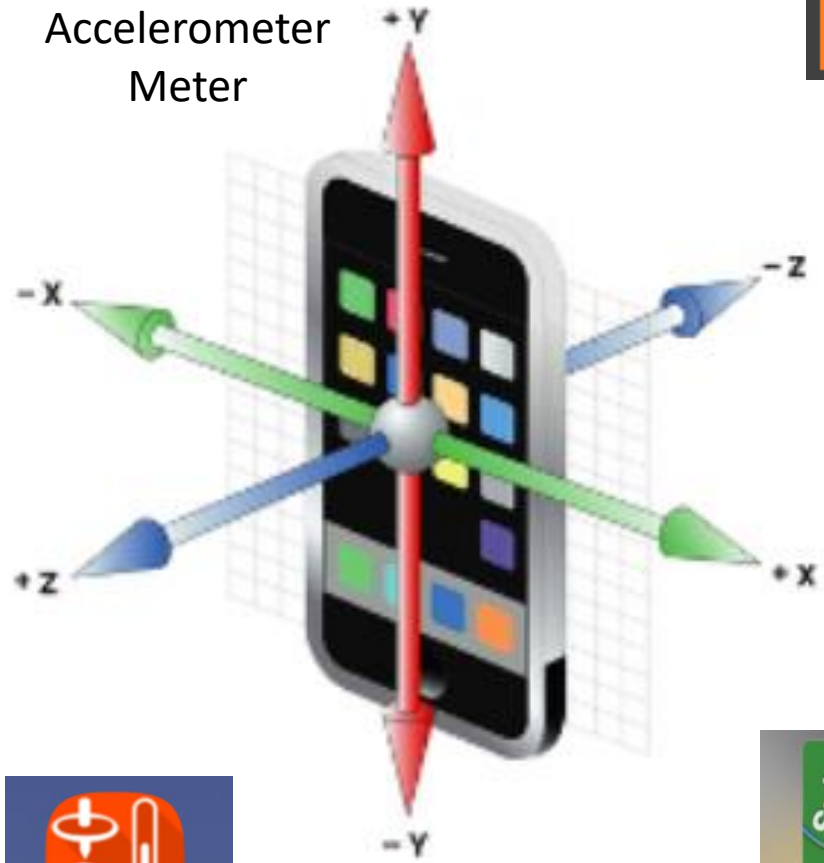


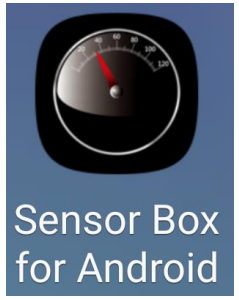
Accelerometer Meter

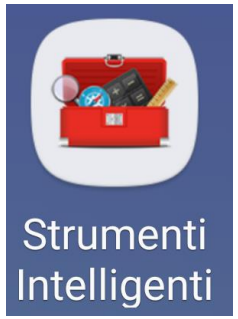


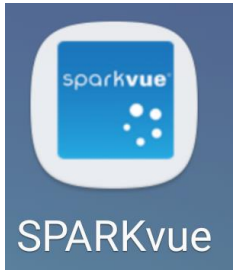
phyphox
physical phone experiments

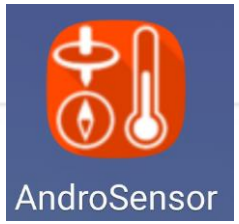






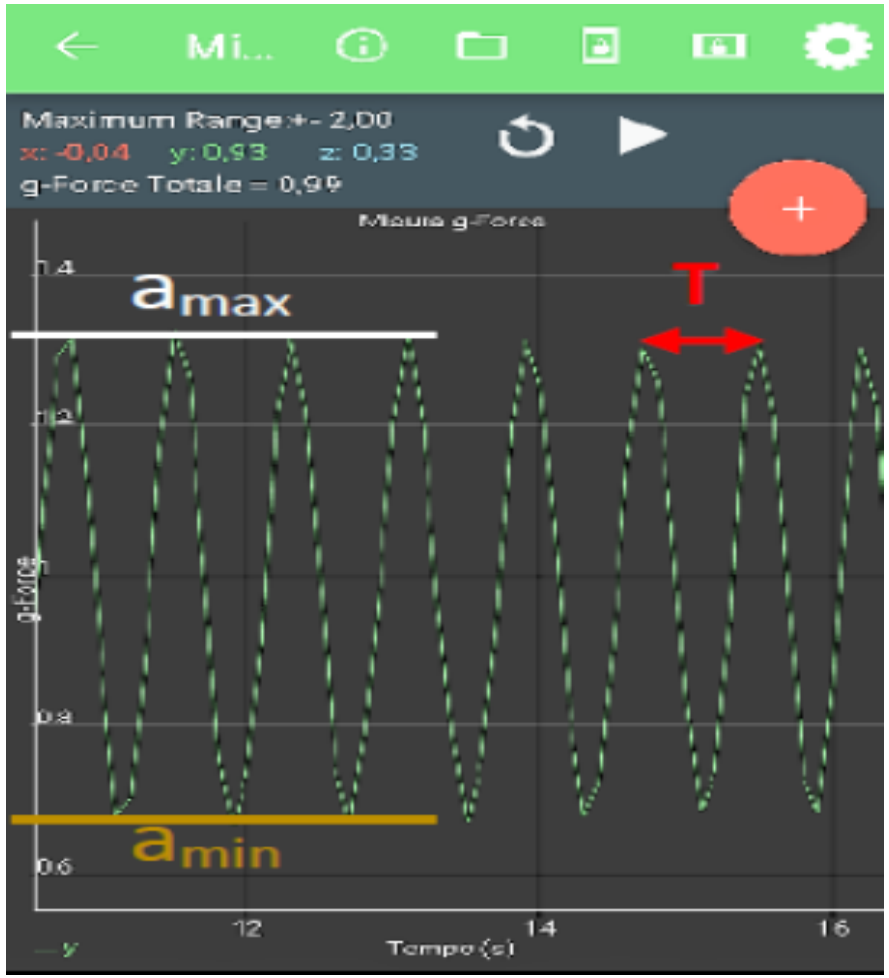




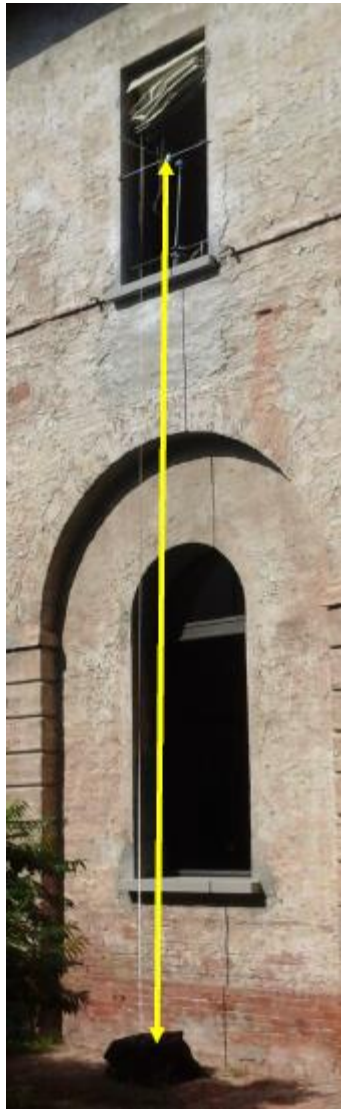


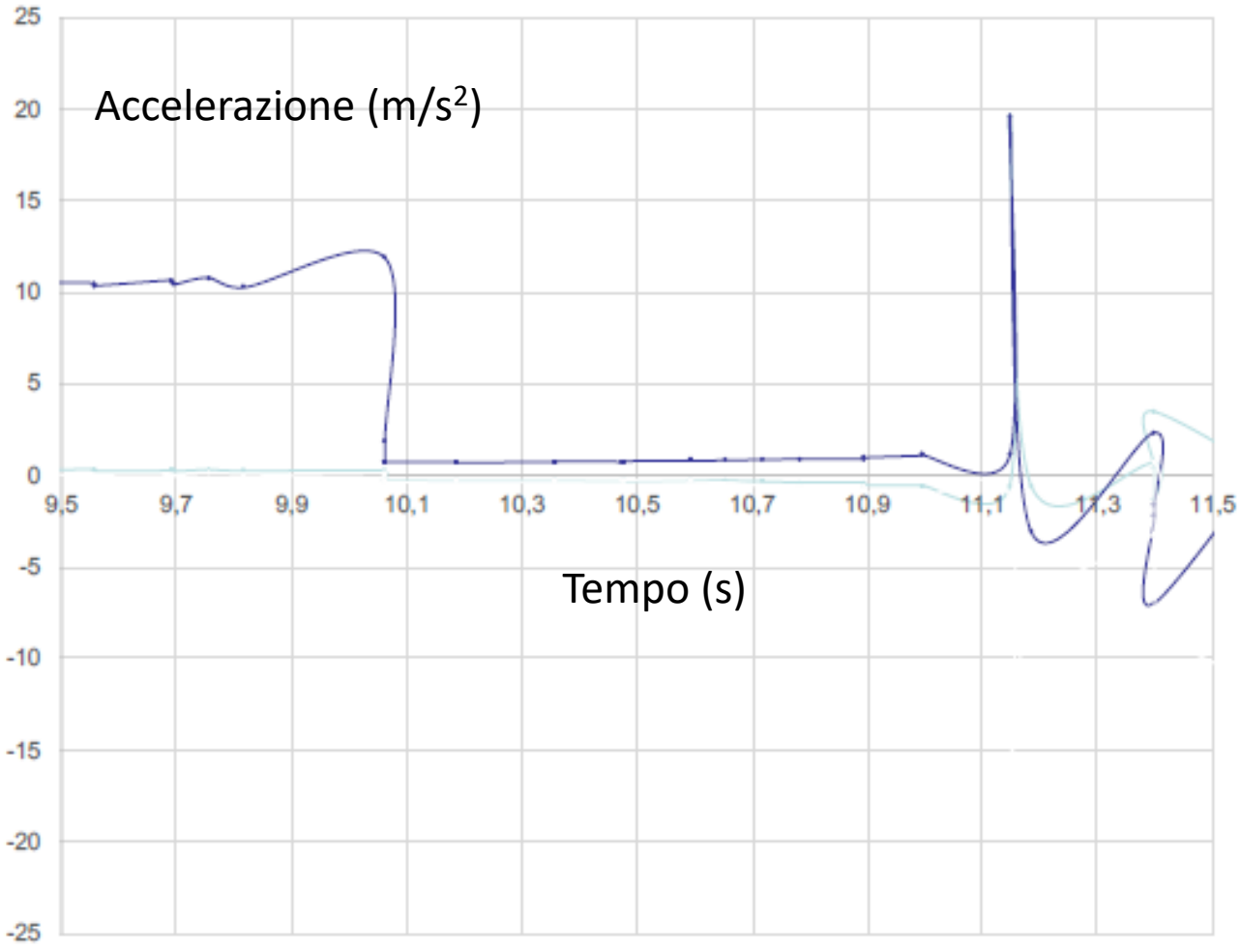
Oscillatore armonico

- Massa appesa a una molla
- Studio del periodo, dell'ampiezza, della massima velocità

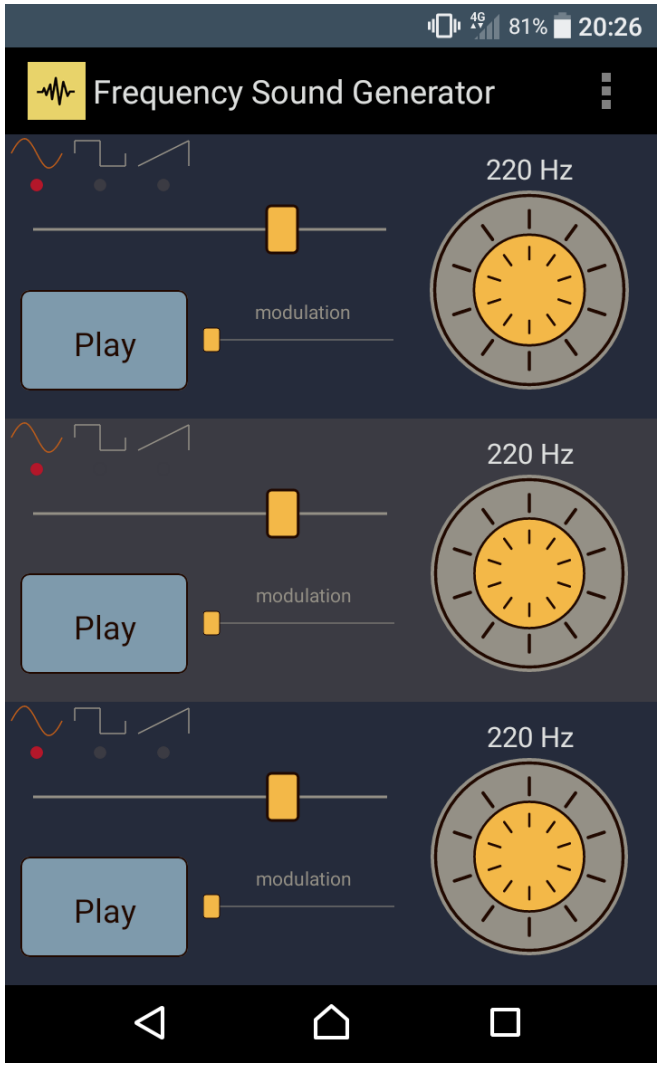


Caduta libera

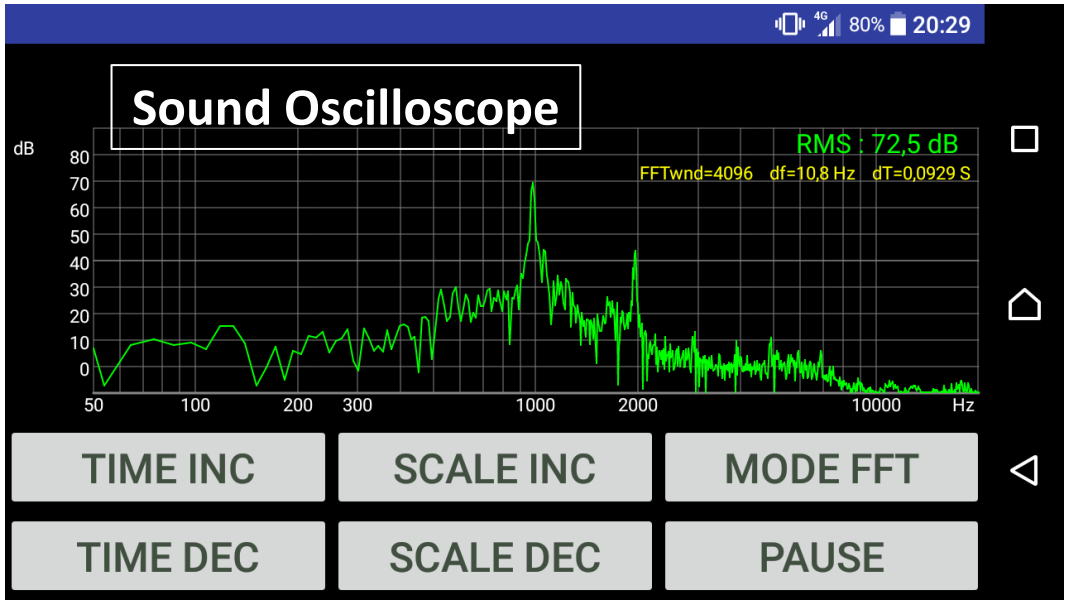


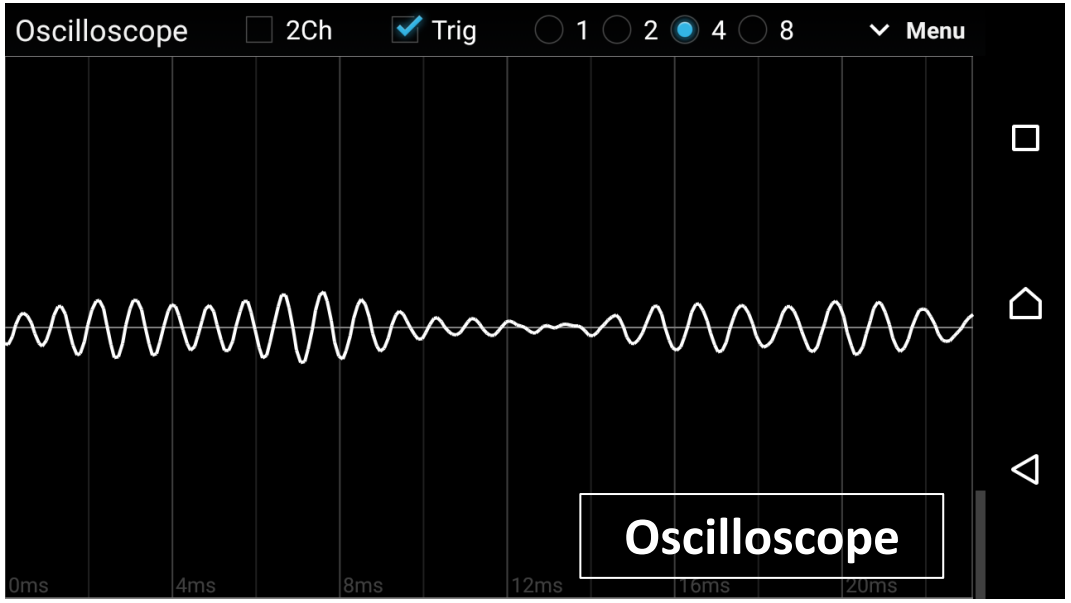


Suono - APP per Android



Frequency Sound Generator

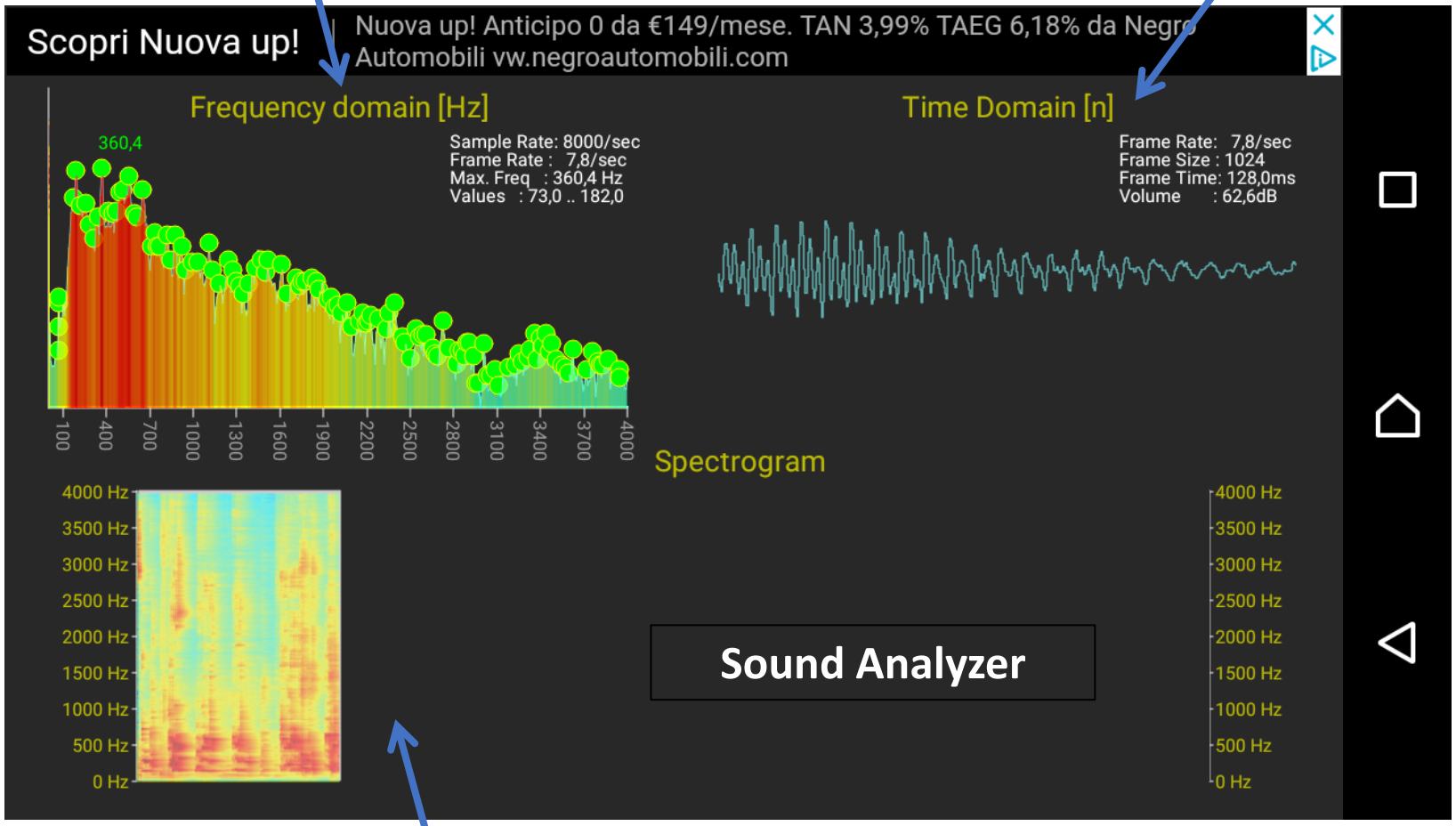




Suono - APP per Android

Spettro (dominio delle frequenze)

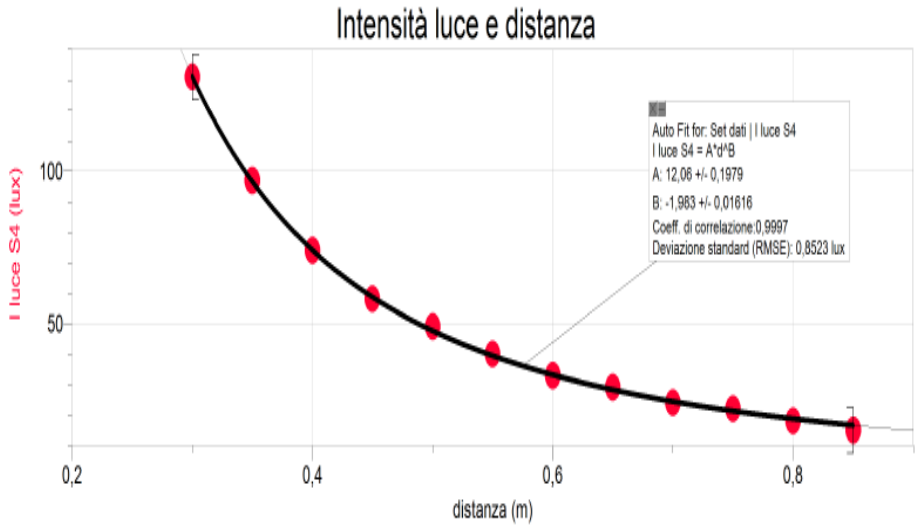
Onda (dominio del tempo)

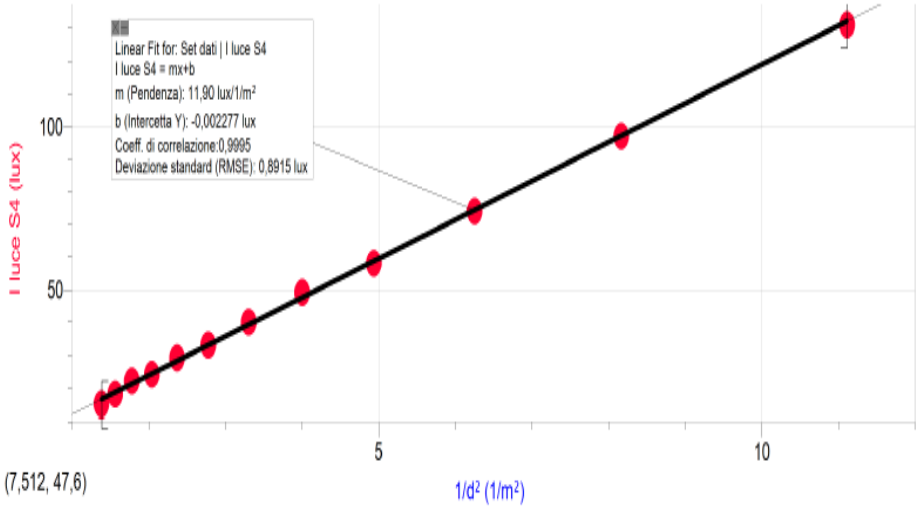


Spettrogramma (spettro sviluppato nel tempo)

BYOD - Studio intensità luminosa con la distanza

App
Physics Toolbox
light meter



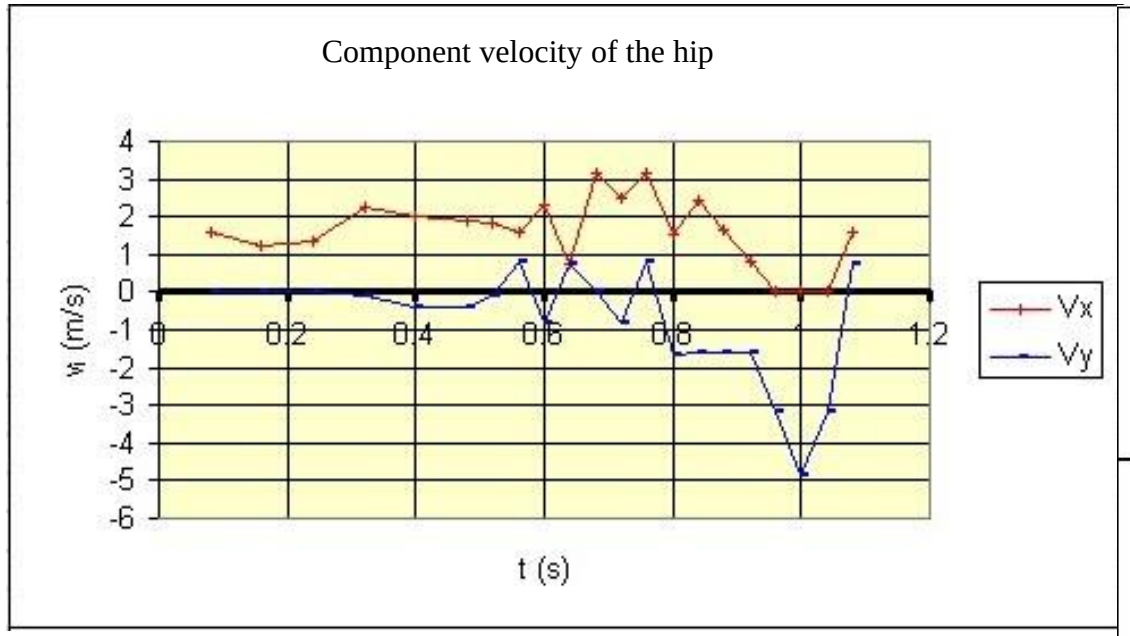


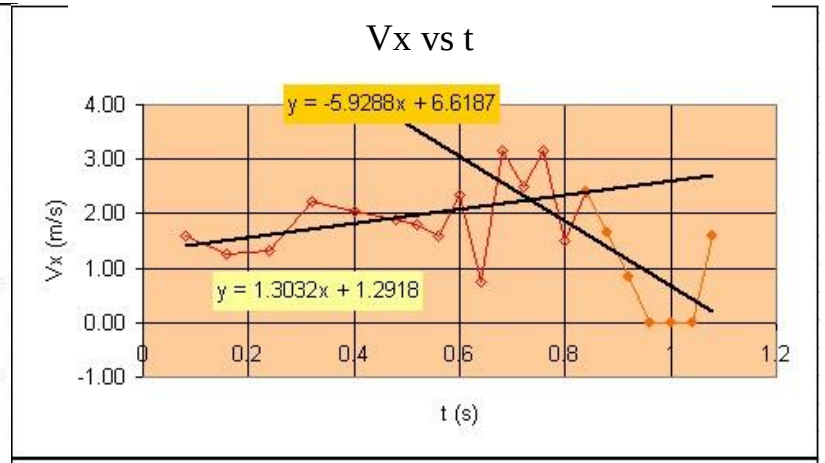
Fondare l'analisi del moto nei fenomeni a partire dal reale

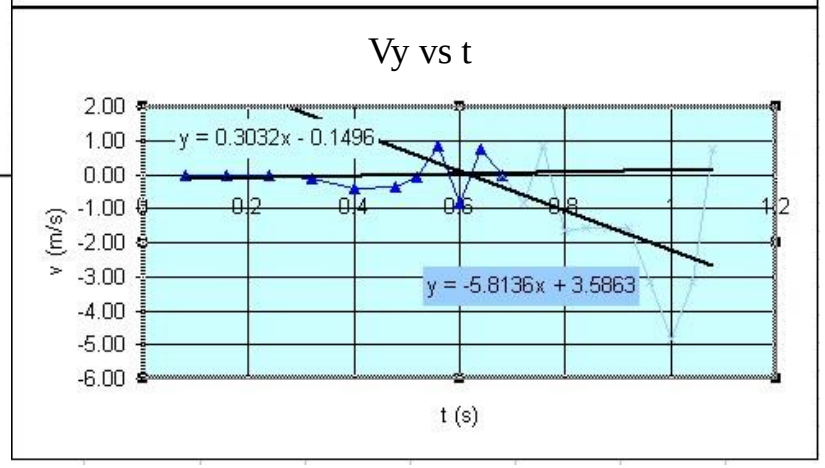
- ICT contribuiscono con la
  - Video analisi dei fenomeni

judo

Hip motion







from 0 s to 0.8 s

<Vx>= 2 m/s

<ax> = 1,3 m/s^2

<Vy>= 0 m/s

<ay> = 0 m/s^2

from 0.8 s to 1.1 s

<Vx>= 0.93 m/s

<ax> = -5.9 m/s^2

<Vy>= -1.95 m/s

<ay> = -5.8 m/s^2

Phase 1: horizontal uniform motion

Phase 2: vertical motion with middle inclination 75° (initially 45°, after 90°) and middle acceleration 8,2 m/s$^{2.}$

Il caso del Fosbury-flop nel salto in alto

La tecnica del fosbury oggi molto diffusa nel salto in alto è un esempio interessante da considerare di moto complesso.

Qual è la fenomenologia coinvolta nel salto?

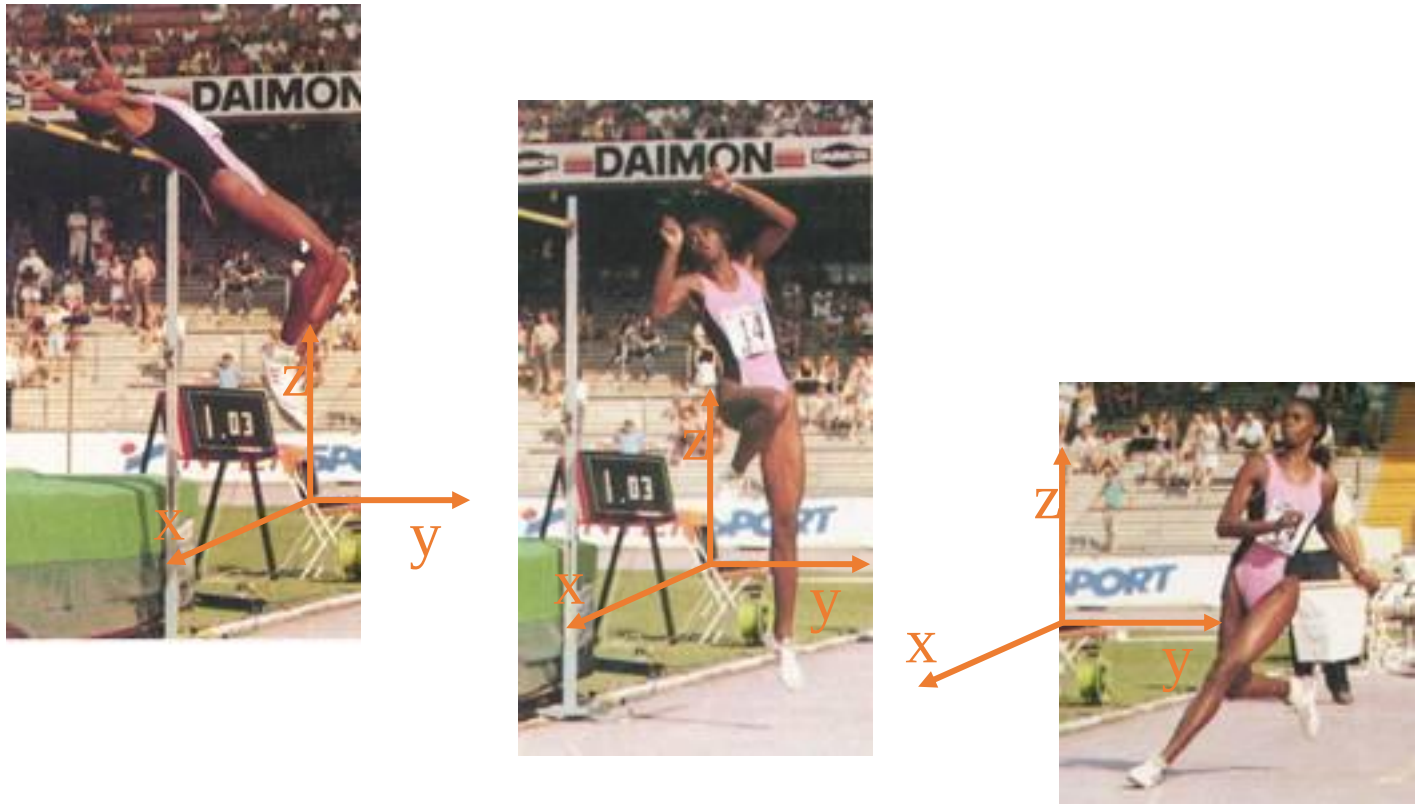
Ci sono degli aspetti del salto in alto che possono essere analizzati dalla fisica?

Come viene descritto il fenomeno in fisica?

Come si puo' costruire un modello che renda conto del fenomeno?

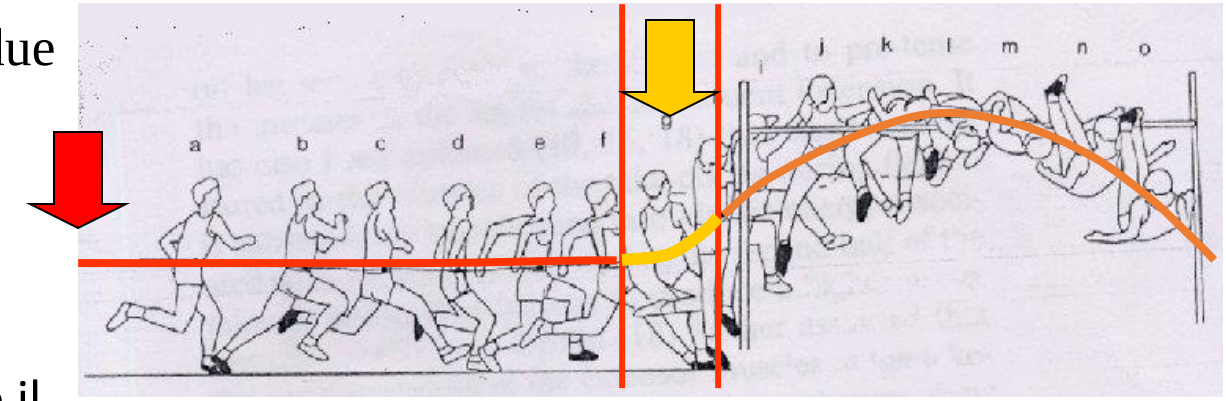
4.1 Descrizione del moto del centro di massa G, utilizzando il modello del corpo libero (punto materiale)

Preliminare a tutta la proposta e' la descrizione del moto in un definito sistema di riferimento (es.: un sistema di riferimento fisso sul campo di gara)



Notiamo che ci sono solo due punti di discontinuità:

- L'inizio della rincorsa
- Lo stacco

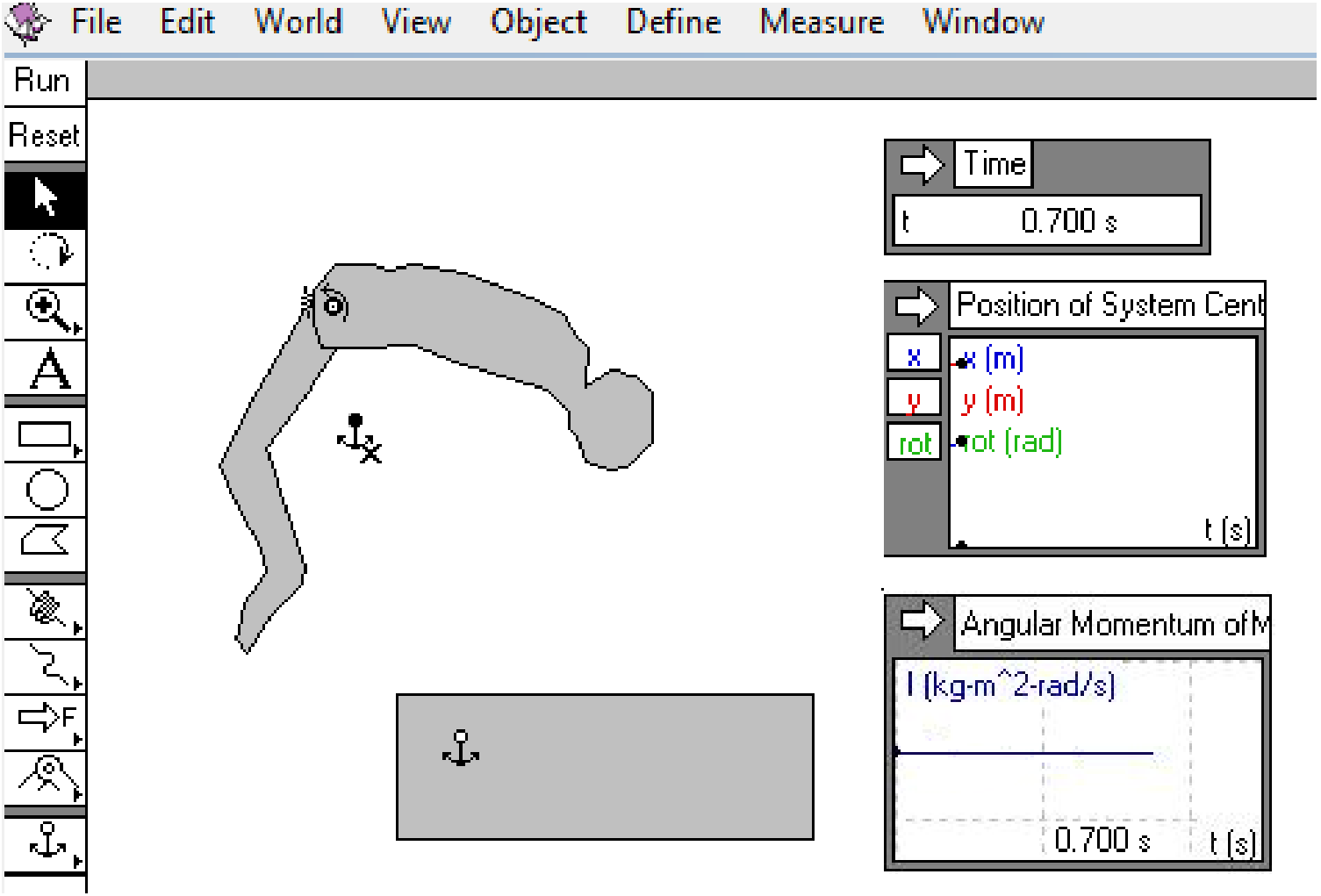


Questo ci permette di dividere il salto in tre parti:

rincorsa

stacco

valicamento


File
Edit
World
View
Object
Define
Measure
Window
Run
Reset
Time
t
0.700 s
Position of System Cent
x
y
rot
x (m)
y (m)
rot (rad)
t (s)
Angular Momentum of M
I (kg-m^2-rad/s)
0.700 s
t (s)

Come costruisce lo stesso modello la biomeccanica?

La tecnologia non semplifica il sistema, ma descrive ogni elemento e cerca le forze muscolari.

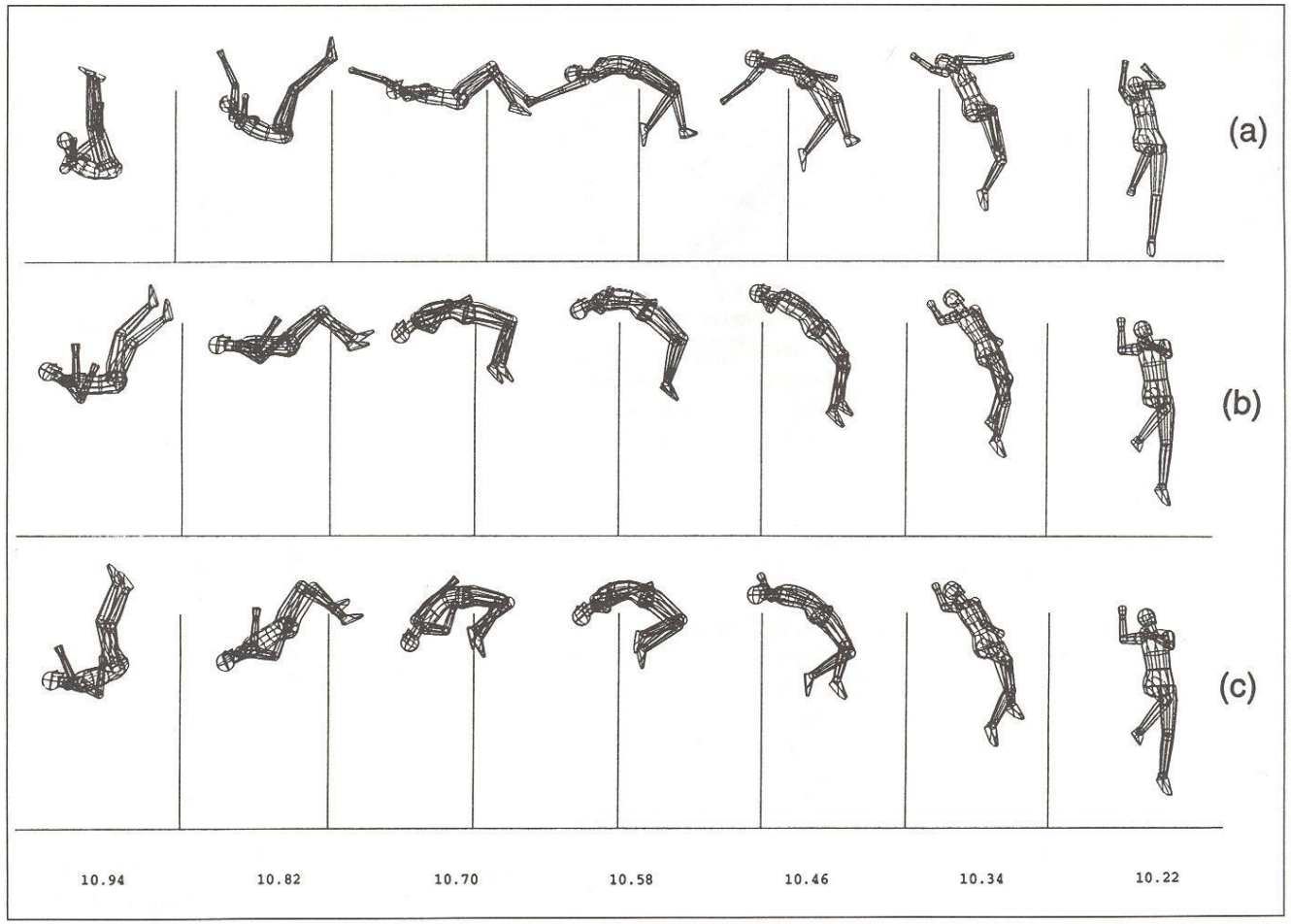


Figure 5

[20] DAPENA, J. The Rotation Over The Bar In The Fosbury-Flop High Jump, *Track Coach*, 132, 1995, p.4201-4210