

La “conservazione” dell’energia meccanica - il pendolo elastico e Tracker

lavoro svolto dalla classe 2^{AM} a.s. 2025/26

Scopo

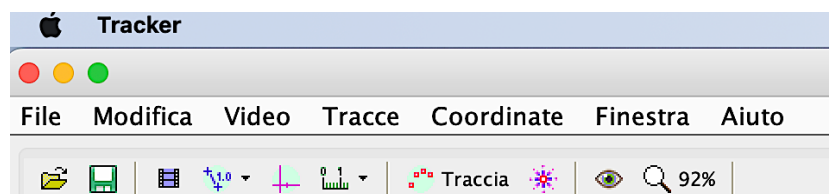
L’obiettivo dell’esperienza é quello di studiare la “conversione” tra loro delle varie forme di energia meccanica durante l’oscillazione armonica semplice, vale a dire “trascurando” ogni azione resistente.

Apparecchiatura e materiale utilizzato

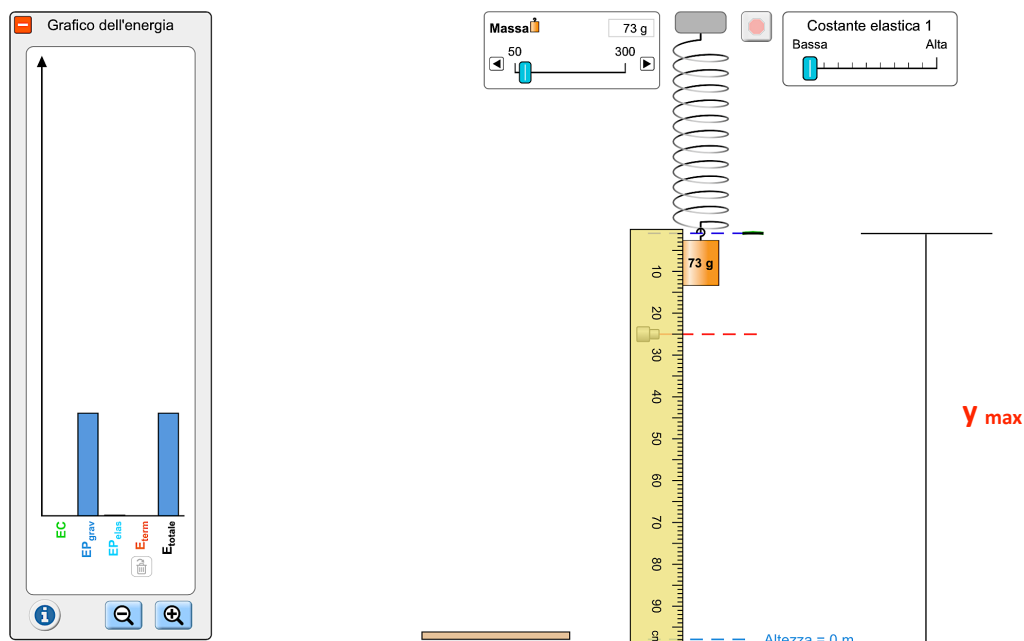
- ✓ Pendolo elastico costituito da una massa oscillante m pari a 100,2 (g) e una molla Slinky di costante k pari a 0,725 (N/m);
- ✓ Smartphone o tablet per la registrazione della clip video;
- ✓ Software di video analisi Tracker.

Raccolta dei dati - clip registrata alla scuola estiva AIF di Trento

Si apre il software e quindi si procede nel seguente modo (vedi lo snap shot sottostante che mostra la barra del menù e quella degli strumenti): *Video/Importa/ [selezionare la clip ...]*



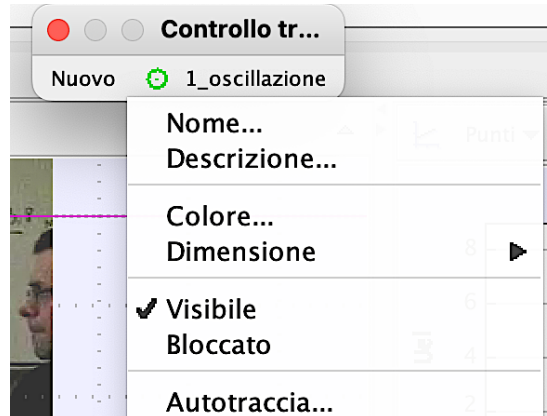
- Scegliamo il frame di inizio e di fine dell’analisi, cliccando sulla 3^a icona da sinistra nella barra degli strumenti.
- Registriamo il valore del “campione” per la misura delle lunghezze, cliccando sulla casella di controllo della 4^a icona da sinistra nella barra degli strumenti e scegliendo *Asta di misura* (o *calibrazione*): nel caso in esame l’altezza del video interattivo.
- Fissiamo l’origine del *sistema di coordinate cartesiane* cliccando sulla 5^a icona da sinistra nella barra degli strumenti. Scegliamo quale *origine* la posizione di *minima elongazione della molla*: essa costituisce il “livello zero” per la misura dell’energia potenziale elastica e il punto di massimo per l’energia potenziale gravitazionale (si veda lo screenshot dell’applet PhET, di seguito riportato).



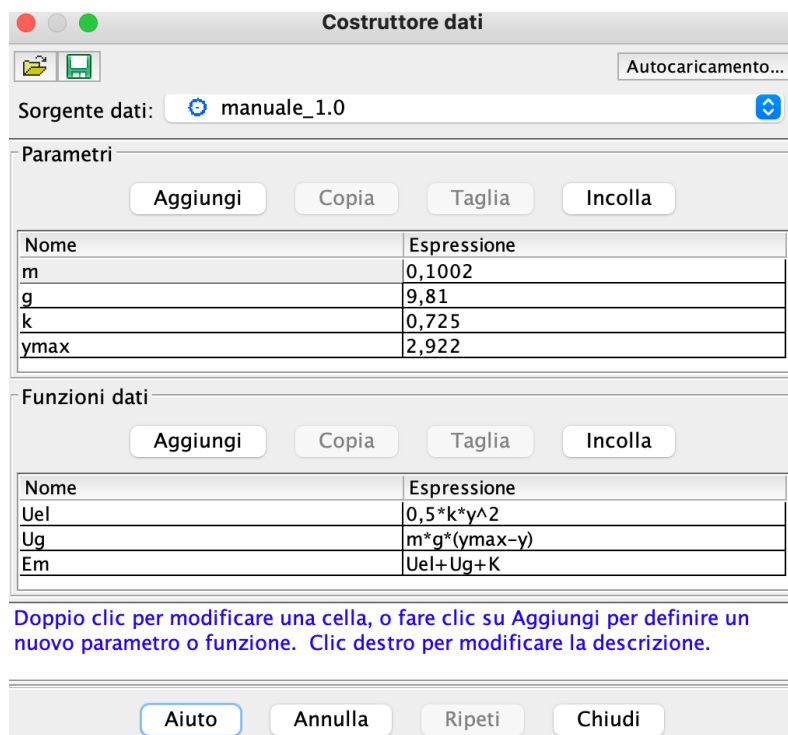
La “conservazione” dell’energia meccanica - il pendolo elastico e Tracker

lavoro svolto dalla classe 2^AM a.s. 2025/26

- D. Impostiamo l’operazione di *tracciatura della posizione* assunta dall’oscillatore, considerato come un punto materiale: facciamo clic sulla 7^ icona da sinistra e poi scegliamo le opzioni *Nuovo/Punto di massa*.
- E. Tracciamo un’oscillazione completa, scegliendo il punto corrispondente all’estremo superiore del piattello porta masse.



- F. Clicchiamo sulla casella di controllo della sezione *Dati* (parte in basso del frame di sinistra) e “modelliamo” il sistema cliccando sul pulsante *Definisci*.
- G. Inseriamo i valori in unità SI dei parametri necessari al computo dell’energia e l’espressione matematica delle sue varie forme (vedi lo screenshot sotto riportato):
- La massa oscillante m .
 - L’accelerazione di gravità g .
 - La costante di deformazione della molla k .
 - L’elongazione massima $y_{\max}$, desunta dalla lettura delle misure rilevate in seguito da Tracker.
 - U_{el} , U_g , E_m (totale). K è computata dal software in maniera autonoma.



La “conservazione” dell’energia meccanica - il pendolo elastico e Tracker

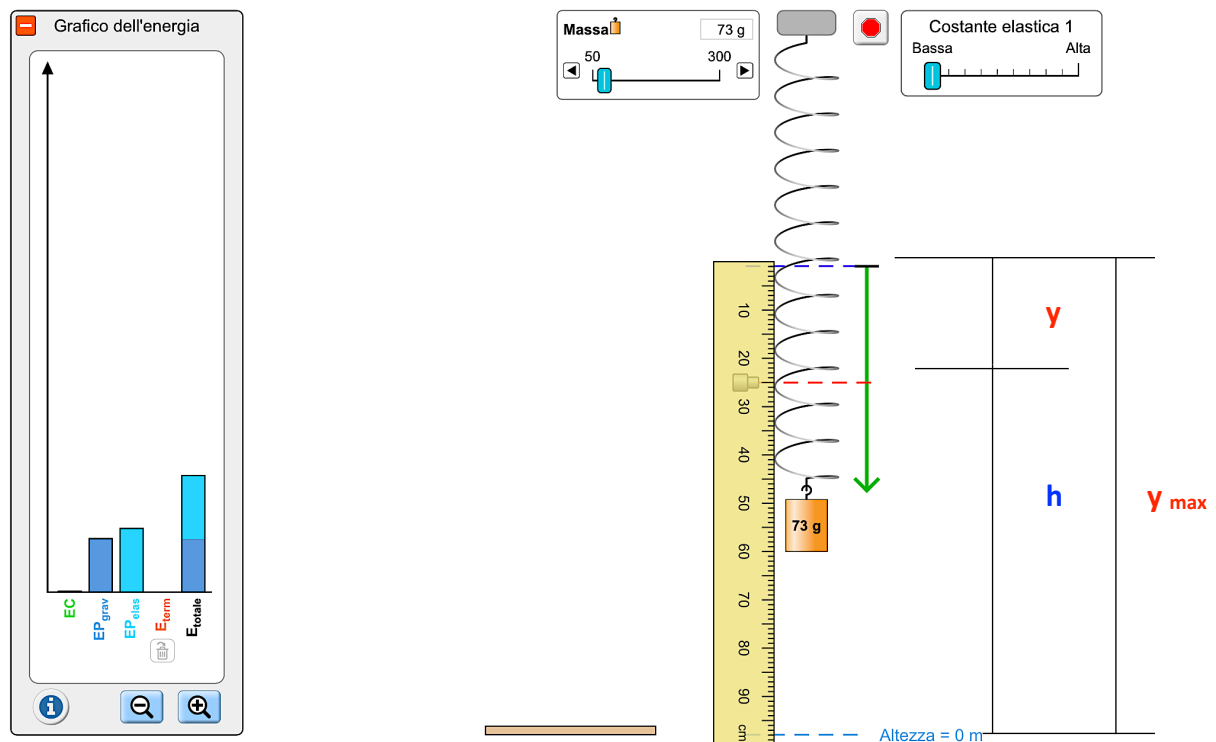
lavoro svolto dalla classe 2^AM a.s. 2025/26

Analisi dei dati

Il lavoro di video analisi non è semplice. Come già detto in precedenza (vedi punto C. della procedura) questo è il sistema più concreto per comprendere il significato dell’espressione:

$$U_{el} = \frac{1}{2} k * y^2$$

Infatti y rappresenta la distanza del punto mobile dalla posizione di riposo della molla, e non è da confondere con la posizione di equilibrio della molla “caricata” col “pesetto”.



I grafici delle varie forme di energia meccanica confermano le aspettative (vedi file di Tracker e/o di Libre Office Calc allegati):

- L’energia cinetica, nulla nella posizione di minima elongazione, aumenta durante l’oscillazione e raggiunge il suo valore massimo quando la massa transita per il punto mediano dell’ampiezza di oscillazione. Dopo di che diminuisce per poi tornare ad assumere valore nullo in corrispondenza della posizione più bassa assunta dal sistema: all’istante in cui l’oscillatore raggiunge l’elongazione massima, la forza di richiamo elastico prevale sulla forza di gravità e il sistema inverte l’orientamento del moto.
- L’energia potenziale gravitazionale diminuisce: dal suo valore massimo, corrispondente alla posizione più alta, fino a zero, quando il sistema passa per la posizione più bassa e corrispondente all’ampiezza dell’oscillazione.
- Viceversa per ciò che riguarda l’andamento dell’energia potenziale elastica.

Infine si ha una bella conferma sperimentale del fatto che l’energia meccanica totale si “conserva”: nel caso studiato al meglio del 4,6 %, come si può desumere elaborando le misure e come mostrato nei grafici ottenuti con l’analisi di Tracker oppure esportando il set di dati completo nel foglio elettronico.

La "conservazione" dell'energia meccanica - il pendolo elastico e Tracker

lavoro svolto dalla classe 2^AM a.s. 2025/26

"Conservazione" Em del pendolo elastico - video analisi con Tracker

