

Team Hooke: Clozza Tommaso, Viglienghi Veronica, Paterniti Matteo, Esmaeili Parsa

Data: 22/05/2024

La dinamica nel sistema massa-molla

INTRODUZIONE

In questo esperimento osserviamo il moto di una molla: inizialmente appendiamo una massa alla molla e osserviamo il moto che ne consegue, poi aggiungiamo un disco che serve a smorzare il moto aumentando l'attrito con l'aria e osserviamo un'altra volta.

Seguentemente analizziamo il video dell'esperienza utilizzando il software Tracker per studiare il modo in cui avviene il moto, confrontandolo con una simulazione fatta precedentemente con Python.

La simulazione fatta su Python serve anche a confrontare il moto in una situazione ideale (nella simulazione) e in un ambiente con presenza di attrito (nella realtà), facciamo notare ancora di più questa differenza con l'utilizzo di un oggetto smorzante.

Le formule che usiamo per la simulazione in Python sono quelle che seguono (le prime due formule non includono il rallentamento dovuto alla presenza di attrito, ma rappresentano una situazione ideale, per utilizzarle con l'attrito va aggiunta l'accelerazione negativa dovuta alla terza formula):

- Per l'accelerazione del moto usiamo:

$$a(t) = -k \cdot \Delta S(t)$$

- $a(t)$ è l'accelerazione, calcolata in funzione del tempo
- k è la costante elastica della molla
- $\Delta S(t)$ è la variazione dello spazio

- Per la velocità del moto usiamo:

$$v(t + dt) = a(t) \cdot dt + v(t)$$

- $a(t)$ è l'accelerazione nell'istante di tempo analizzato
- t è l'istante di tempo analizzato
- $v(t)$ è la velocità nell'istante di tempo precedente a quello analizzato
- dt è l'intervallo di tempo che trascorre tra un passo e l'altro

- Per la forza d'attrito usiamo la formula approssimata per un corpo sferico di raggio r :

$$F(t) = -6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v(t)$$

- $F(t)$ è la forza nell'istante di tempo analizzato
- η è il coefficiente di viscosità dell'aria
- r è il raggio del DVD
- $v(t)$ è la velocità nell'istante di tempo analizzato

SCOPO

Lo scopo principale di questo esperimento è lo studio del moto dinamico di una massa appesa a una molla, ovvero lo studio del moto armonico.

MATERIALI

1. Telecamera
2. Cavalletto per telecamera
3. Computer
4. Software Python
5. Software Tracker
6. Editor di testo (es. Studio Visual Code)
7. Righello (o metro)
8. Scotch
9. Supporto per molla
10. Molla
11. Massa (100 g)
12. DVD

SVOLGIMENTO DELL'ESPERIMENTO

1. Montare il supporto per la molla e appendere la molla, misurare la lunghezza dell'allungamento della molla a riposo con e senza massa.
2. Trovare un ambiente adatto a registrare il video del moto della molla.
3. Misurare l'asta che grazie al supporto è perpendicolare al pavimento. La lunghezza dell'asta verrà utilizzata come unità di misura del sistema di riferimento.
4. Registrare il video dove si osserva il moto della massa:
 - a. cercare di far "molleggiare" la molla nel modo più perpendicolare al pavimento possibile;
 - b. prestare attenzione a posizionare la telecamera il più perpendicolare possibile all'apparato e il più possibile parallela alla linea dell'orizzonte.
5. Attaccare nella parte inferiore della molla il DVD, registrare un'altro video (sistema con smorzamento)

DISCUSSIONE e OSSERVAZIONI

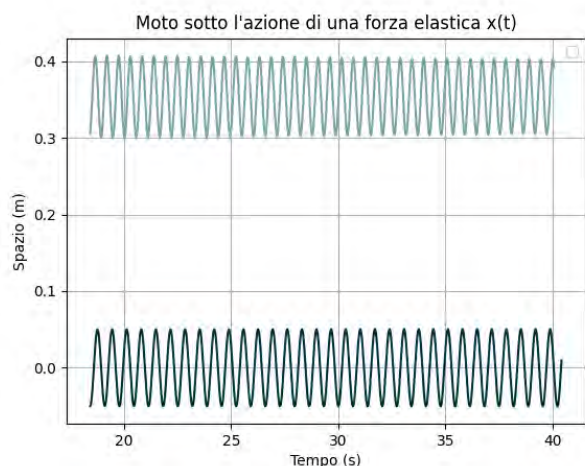


Grafico 1

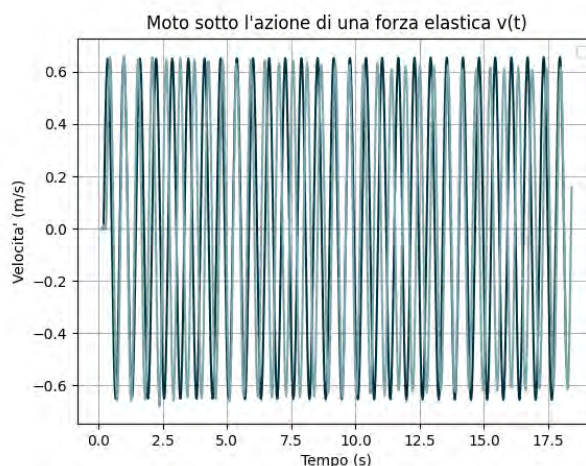


Grafico 2

Grafico 1: mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (senza lo smorzamento) dove la posizione è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua posizione in un determinato istante.

La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite.

La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

Grafico 2: mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (senza lo smorzamento) dove la velocità è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua velocità in un determinato istante.

La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite.

La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

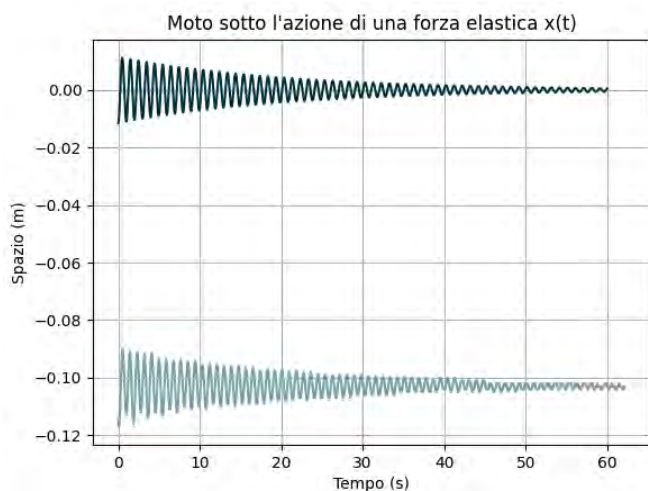


Grafico 3

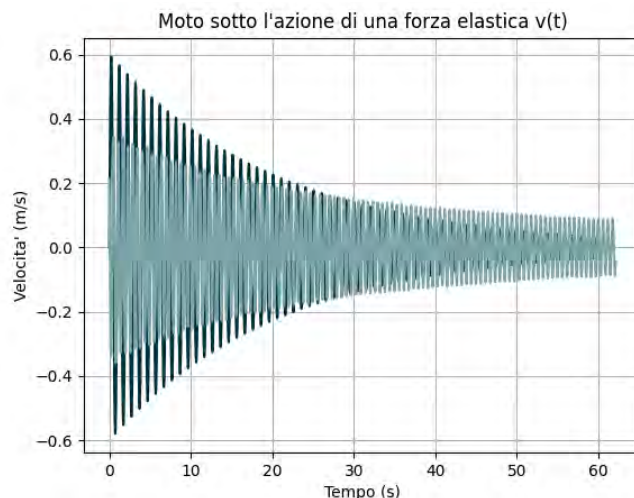


Grafico 4

Grafico 3: mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (con lo smorzamento) dove la posizione è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua posizione in un determinato istante.

La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite.

La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

Grafico 4: mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (con lo smorzamento) dove la velocità è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua velocità in un determinato istante.

La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite.

La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

Confrontando le due curve del **Grafico 1** possiamo notare che esse sono abbastanza simili, infatti in entrambe le curve lo spazio che percorre la massa in un determinato tempo è costante.

Se ci soffermiamo però a guardare la curva più scura (ottenuta dalla simulazione), che rappresenta il moto senza smorzamento, si nota che non è precisamente costante ma lo spazio che percorre la massa aumenta con il passare del tempo. Questo è dovuto ad una imprecisione nell'assegnazione dei valori alle variabili nel programma della simulazione.

Anche per quanto riguarda il **Grafico 2**, in cui le curve mostrano la velocità in funzione del tempo, otteniamo gli stessi risultati che abbiamo ottenuto confrontando le curve del primo grafico. Dunque, la velocità è costante in entrambi i risultati, ma nella curva più scura, come si può notare, a causa dell'errore riportato precedentemente, aumenta con il passare del tempo, le due curve non sono perfettamente sovrapponibili questo è dovuta ad una imprecisione nella raccolta dei dati da parte di Tracker.

Osservando ora il **Grafico 3**, ovvero quello del moto con lo smorzamento, si nota che lo spazio percorso nel tempo non è più costante ma diminuisce con il passare del tempo; si nota che nella curva più chiara (sviluppata attraverso Tracker) lo spazio si riduce nel tempo in maniera molto più irregolare rispetto alla curva scura (sviluppata su Python), dove si nota che lo spazio diminuisce in modo più lineare, questo è causato da un errore nel prendere i punti attraverso Tracker e dalle altre forze che agiscono nel sistema sperimentale.

Anche per il **Grafico 4** (con lo smorzamento) la velocità non è più costante come prima ma diminuisce. Confrontando le due curve si nota che secondo la curva di tracker la velocità si riduce nel tempo in maniera molto più prolungata rispetto a quella di Python, dove la velocità diminuisce in un arco di tempo più breve.

CONCLUSIONE

Come considerazioni finali quindi possiamo affermare che le simulazioni numeriche possono presentare lievi discrepanze dovute a imprecisioni di calcolo, quindi il confronto con dati sperimentali è fondamentale per la validazione dei modelli di simulazione.

L'analisi del moto armonico con e senza smorzamento evidenzia come lo smorzamento dissipi energia, causando una graduale diminuzione dell'ampiezza delle oscillazioni e della velocità del sistema.

L'esperimento mette in luce che il moto armonico è un moto teorico, in quanto nella realtà le forze di attrito non permettono al moto di continuare all'infinito nello stesso modo.

La dinamica nel sistema massa-molla

Team Hooke: Tommaso Clozza, Matteo Paterniti, Veronica Viglienghi, Parsa Esmaeili



Scopo

In questo esperimento si va a studiare il moto dinamico di una molla, ovvero lo studio del moto armonico con e senza smorzamento.

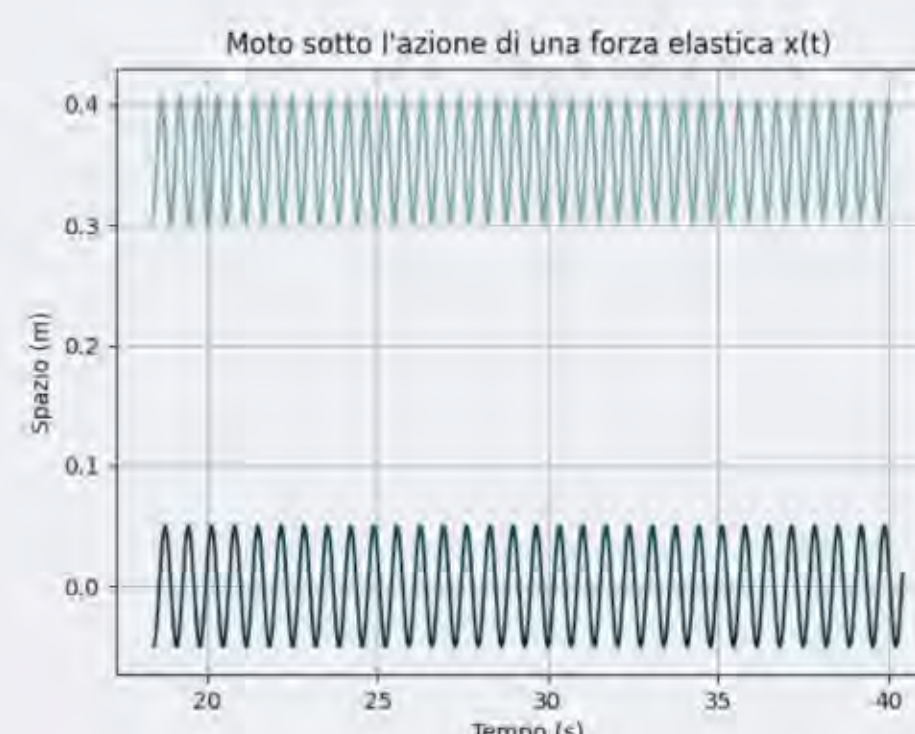
Conclusioni

Dopo aver confrontato la parte teorica e quella sperimentale si può affermare che le simulazioni numeriche possono presentare lievi discrepanze dovute a imprecisioni di calcolo, quindi il confronto con dati sperimentali è fondamentale per la validazione dei modelli di simulazione.

L'analisi del moto armonico con e senza smorzamento evidenzia come lo smorzamento dissipi energia, causando una graduale diminuzione dell'ampiezza delle oscillazioni e della velocità del sistema.

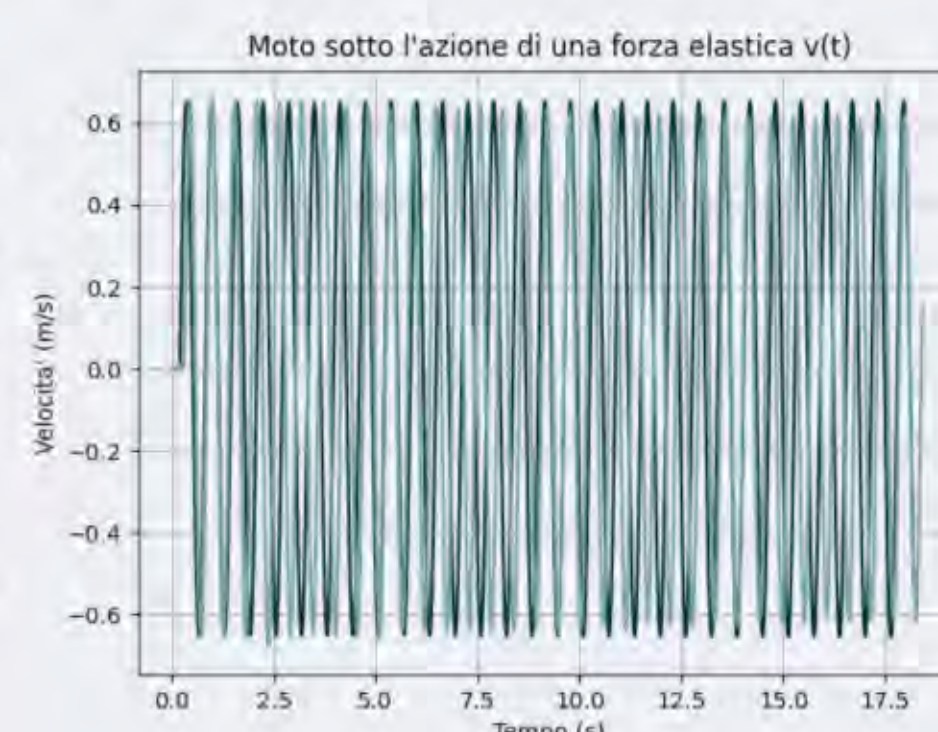
L'esperimento mette in luce che il moto armonico è un moto teorico, in quanto nella realtà le forze di attrito non permettono al moto di continuare all'infinito nello stesso modo.

Moto armonico senza smorzamento

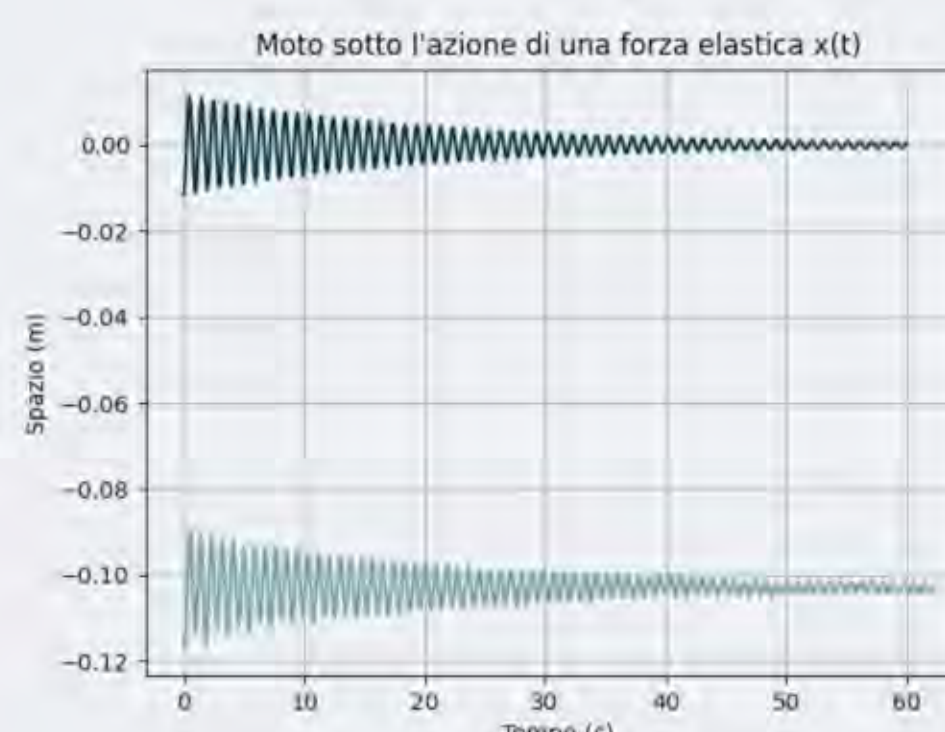


Questo grafico mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (senza lo smorzamento) dove la posizione è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua posizione in un determinato istante. La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite. La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

Questo grafico mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (senza lo smorzamento) dove la velocità è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua velocità in un determinato istante. La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite. La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

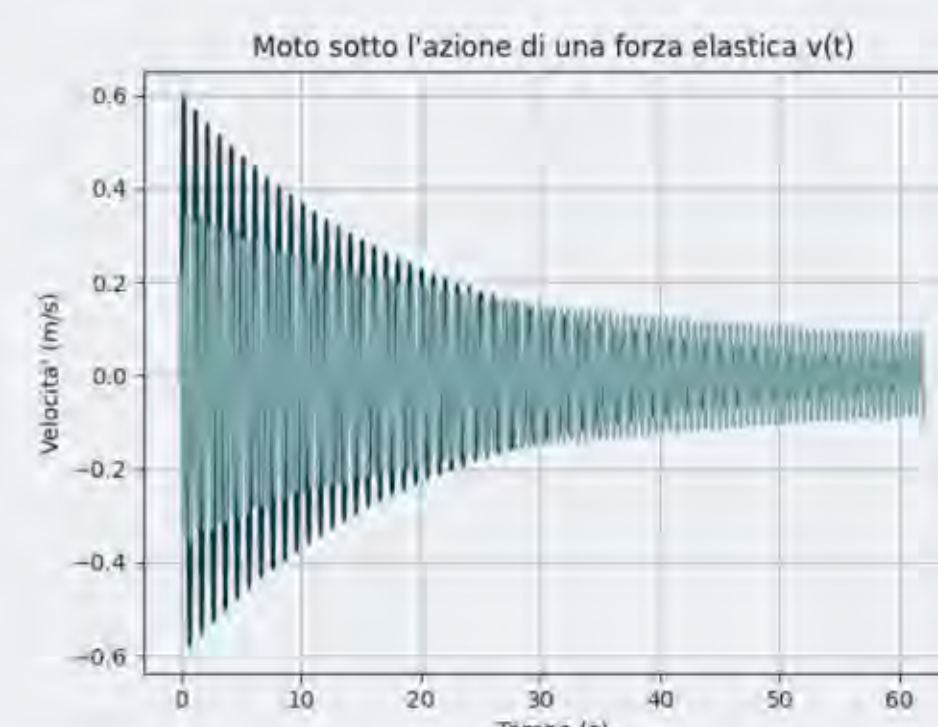


Moto armonico con smorzamento



Questo grafico mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (con lo smorzamento) dove la posizione è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua posizione in un determinato istante. La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite. La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.

Questo grafico mostra il moto di una massa sotto l'azione di una forza elastica (con lo smorzamento) dove la velocità è in funzione del tempo. L'asse x rappresenta il tempo (in secondi), mentre l'asse y rappresenta la sua velocità in un determinato istante. La curva di colore più scuro è quella ottenuta grazie alla simulazione di Python attraverso il metodo delle differenze finite. La curva di colore più chiaro è stata ottenuta dai dati ricavati da Tracker.



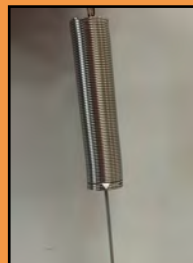
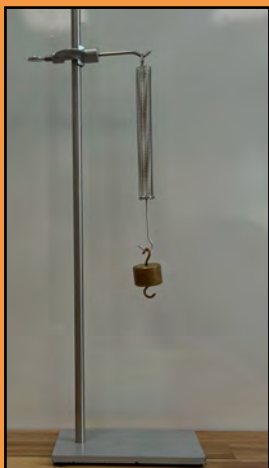
La dinamica del sistema massa-molla: quale moto?

ESPERIMENTO E SCOPO:

Lo scopo di questo esperimento è studiare il moto di una molla verticale con appesa una massa.

Per fare ciò, abbiamo utilizzato un apparato sperimentale e analizzato il moto della molla tramite Tracker.

Dopo aver creato i grafici li abbiamo confrontati con le simulazioni precedentemente eseguite con Python.



CONCLUSIONE:

Da questo esperimento ci aspettavamo di ottenere un grafico spazio-tempo che avesse una struttura ad “onda”, nel quale la molla continuasse la sua oscillazione e nel quale la velocità diminuisse gradualmente.

Il grafico che abbiamo ottenuto rispecchia in gran parte le nostre previsioni, perciò il moto che descrive la dinamica del sistema massa molla è di tipo **armonico**, ovvero è il movimento oscillatorio di una massa legata a una molla, in cui la forza elastica della molla è proporzionale e opposta allo spostamento della massa rispetto alla posizione di equilibrio.

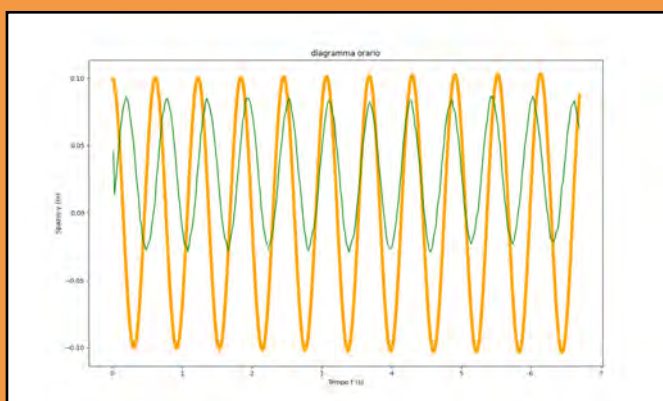
GRAFICI:

Il grafico **A** rappresenta il confronto tra il grafico del diagramma orario eseguito con la simulazione di Python e il grafico creato in Python con i dati di Tracker.

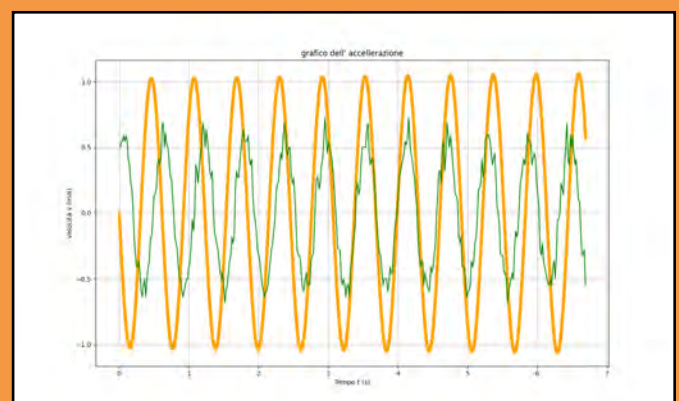
Il grafico **B** rappresenta il confronto tra il grafico dell'accelerazione eseguito con la simulazione di Python e il grafico creato in Python con i dati di Tracker.

- Il verde rappresenta il grafico con i dati di Tracker
- L'arancione rappresenta il grafico fatto con la simulazione in Python.

A)



B)



Il moto rotatorio

Introduzione:

In questo laboratorio andremo a progettare un esperimento per studiare il moto e le forze associate al moto rotatorio di una massa.

Per fare ciò utilizzeremo una biglia, dello scotch, una GoPro, un'asta di ferro con sostegno e ganci, un perno, e dello spago. Dal punto di vista informatico i programmi utilizzati sono: Python e Tracker.

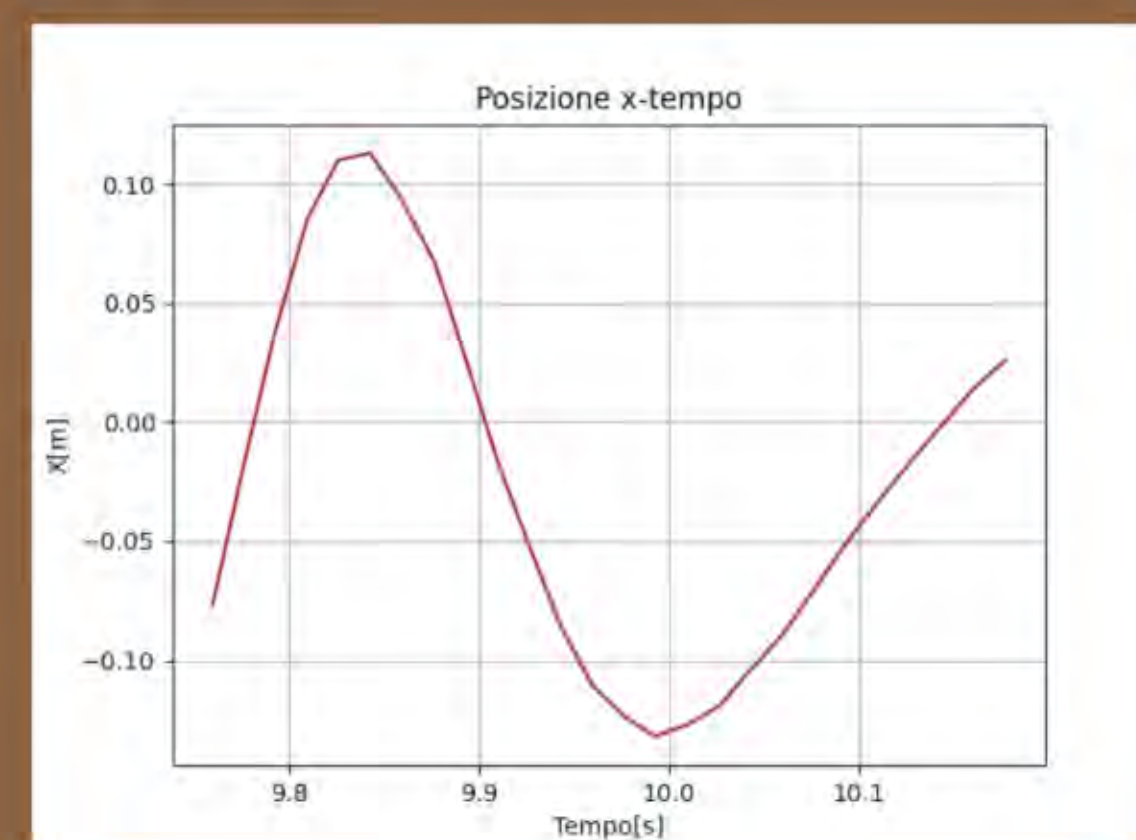
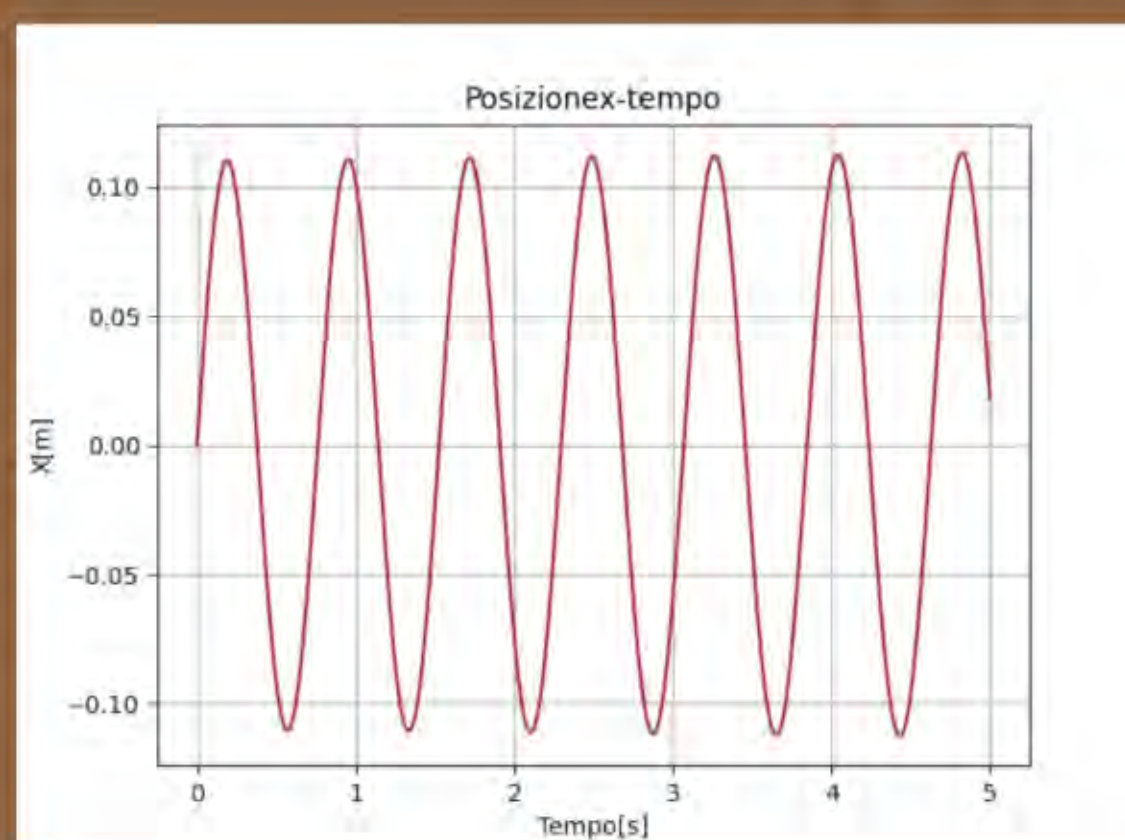
Discussione:

I grafici a fianco riportati rappresentano, nella prima colonna i grafici della simulazione, mentre nella seconda, i grafici del nostro esperimento. In particolare, partendo dai primi, si hanno i grafici delle posizioni in funzione del tempo (x e y), e l'ultima coppia i grafici della traiettoria. I grafici delle posizioni rappresentano delle sinusoidi, mentre quelli delle traiettorie una circonferenza.

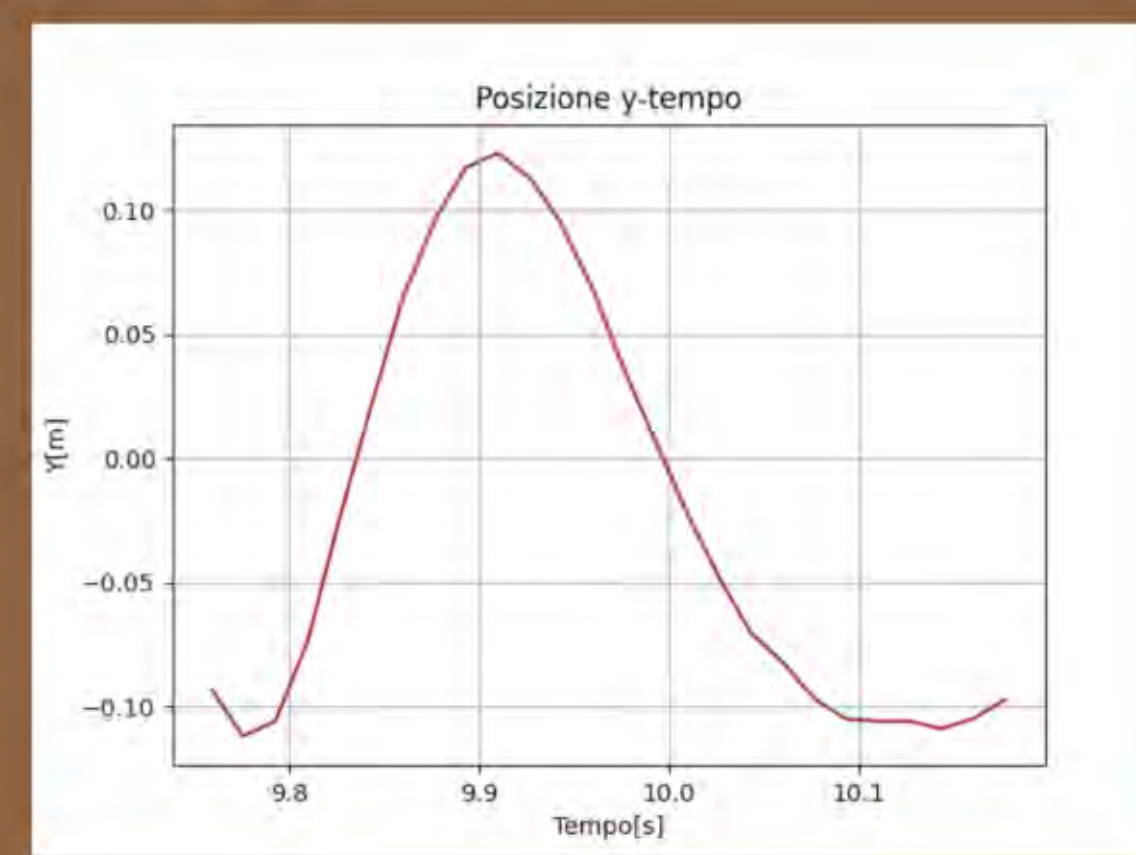
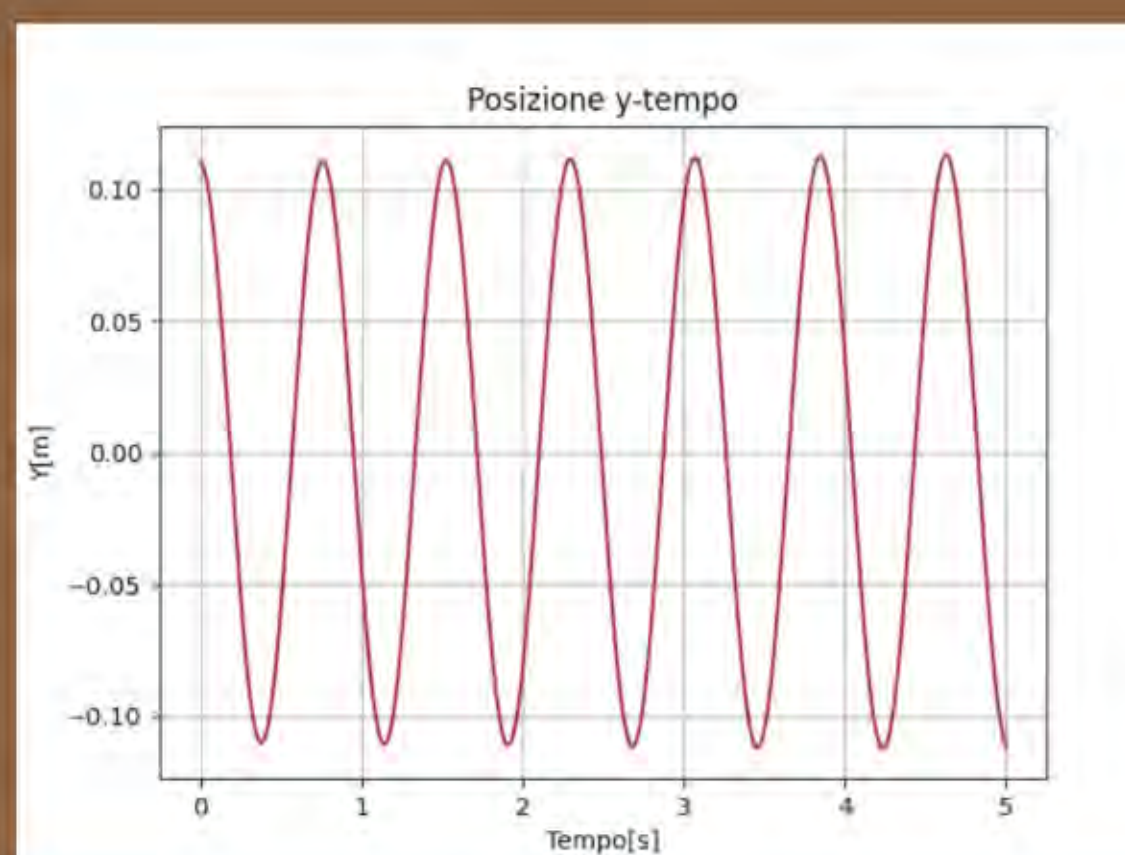
Conclusione:

In conclusione possiamo affermare che l'esperimento è riuscito in quanto i suoi grafici, messi a confronto con quelli della simulazione, sono molto simili. Non sono perfettamente sovrapponibili perché abbiamo sia ridotto il numero dei dati nel grafico dell'esperimento, sia riscontrato alcuni errori che, anche in piccole quantità, hanno impedito la perfetta coincidenza. Ci riteniamo soddisfatti del nostro esperimento.

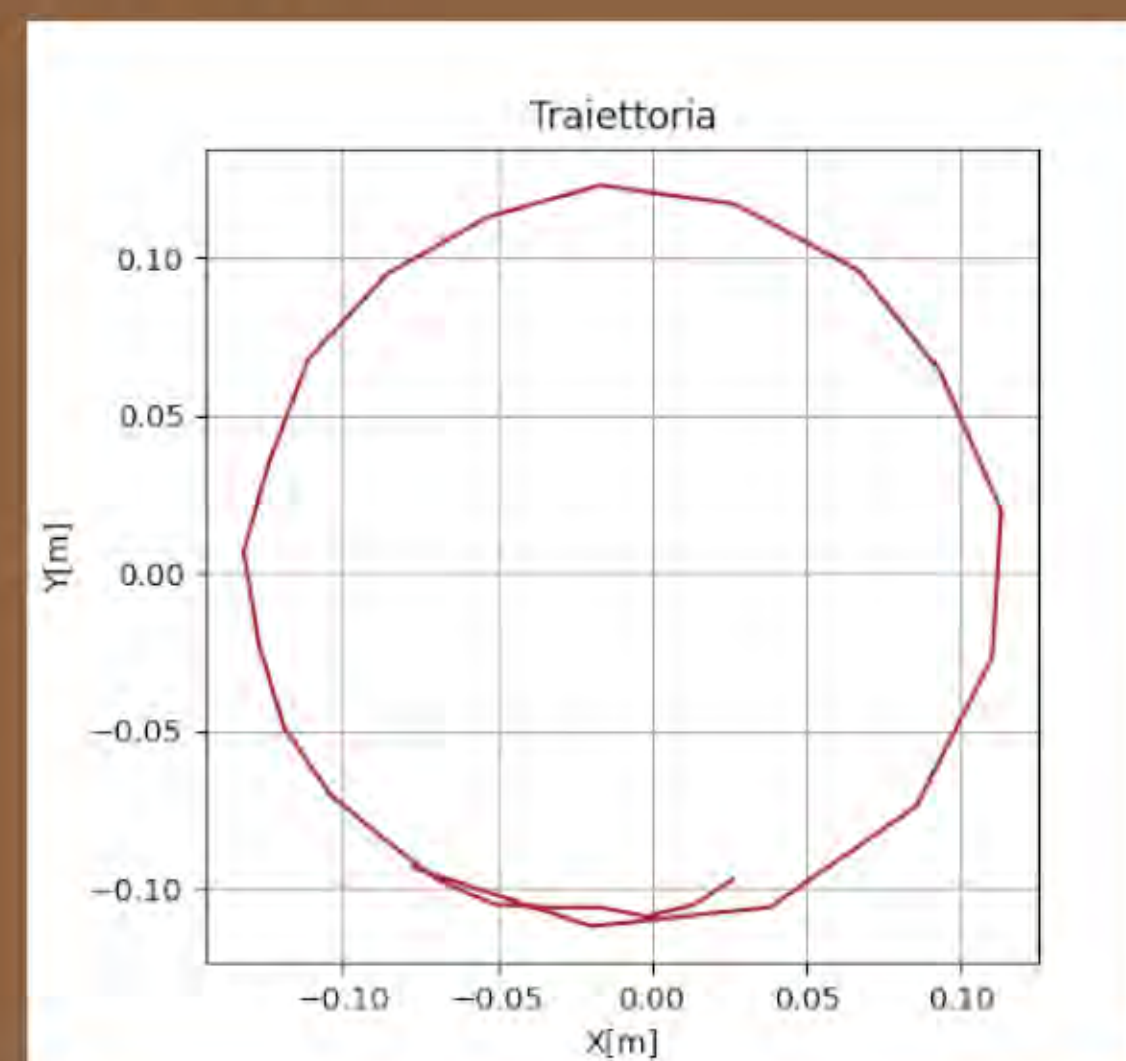
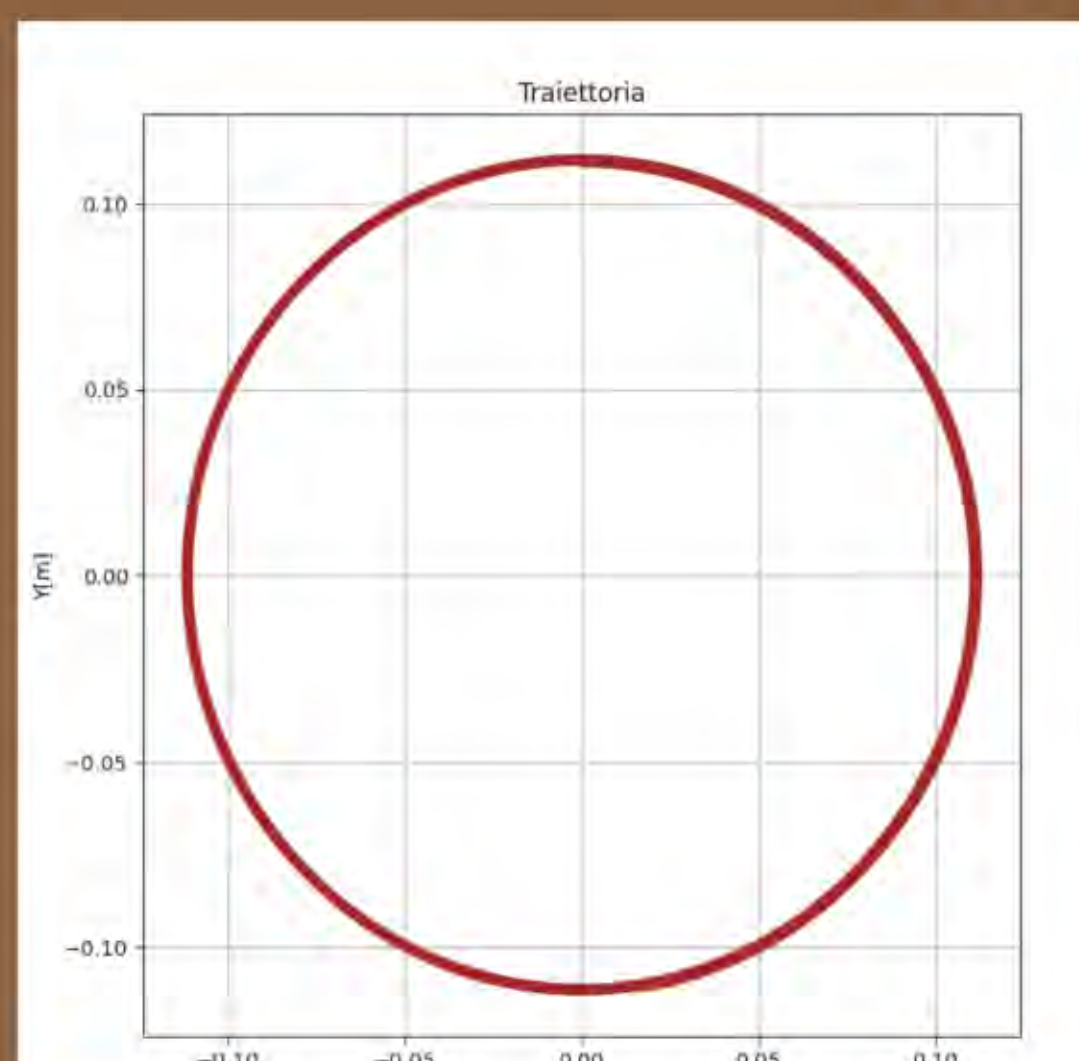
Posizione x:



Posizione y:



Traiettoria:



Oggetti in moto in un fluido: quale attrito?

Caduta Libera

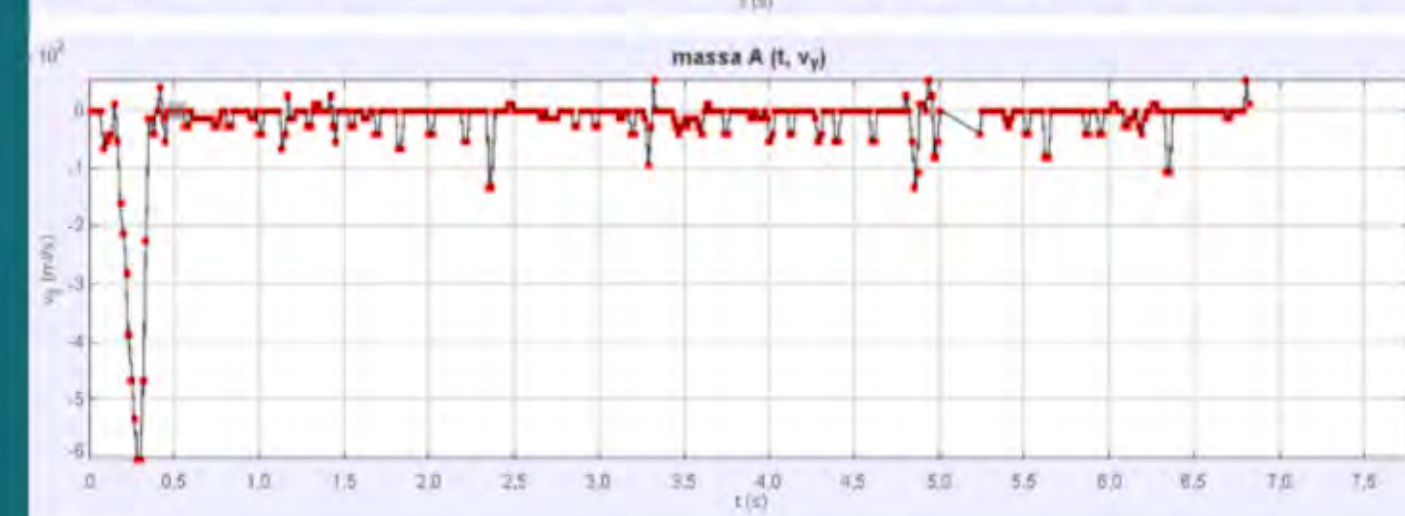
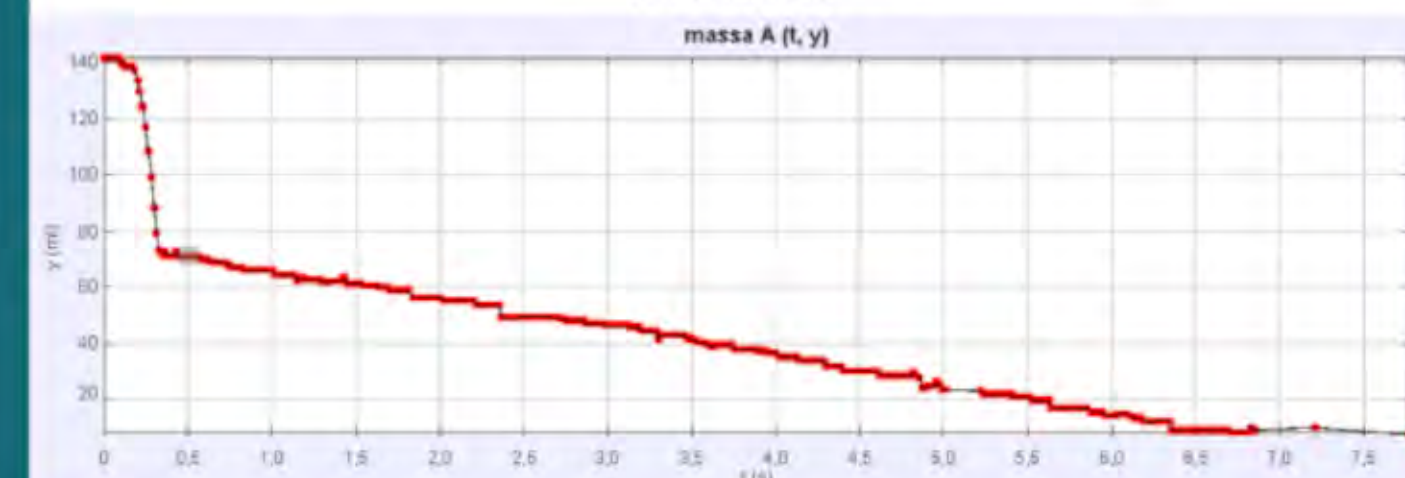
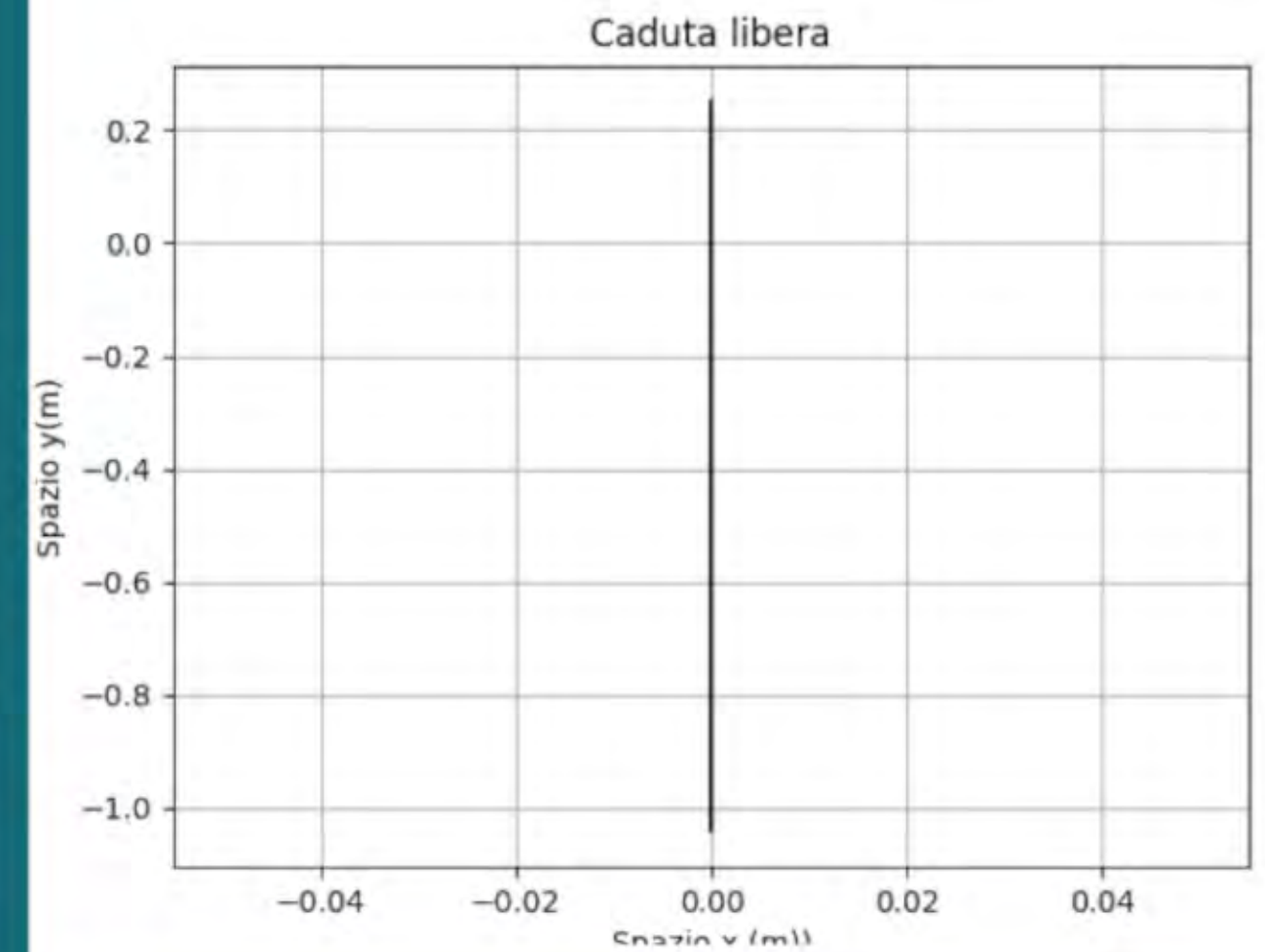
L'obiettivo dell'esperimento è capire quanto la viscosità di un fluido influisca sulla caduta libera di un corpo.

Tramite il software Visual Studio Code in linguaggio Python abbiamo creato dei grafici che rappresentano una simulazione dell'esperimento. Successivamente abbiamo registrato l'esperienza ed abbiamo inserito il video sul software di Tracker, programma che, grazie alla sua funzione di tracciamento, è in grado di ricavare dati e creare grafici.

Il primo grafico da parte rappresenta la simulazione della traiettoria della biglia: possiamo quindi osservare uno spostamento del corpo solamente lungo l'asse y , mentre sull'asse x resta fermo.

Invece, il secondo ed il terzo grafico creati da Tracker rappresentano lo spostamento e la velocità lungo l'asse y in funzione del tempo. Come possiamo osservare dai seguenti grafici, la biglia in caduta libera aumenta la propria velocità fino a quando impatta contro il fluido; quando il corpo ci entra la velocità diventa costante.

REYNOLDS
TEAM



Moto del proiettile

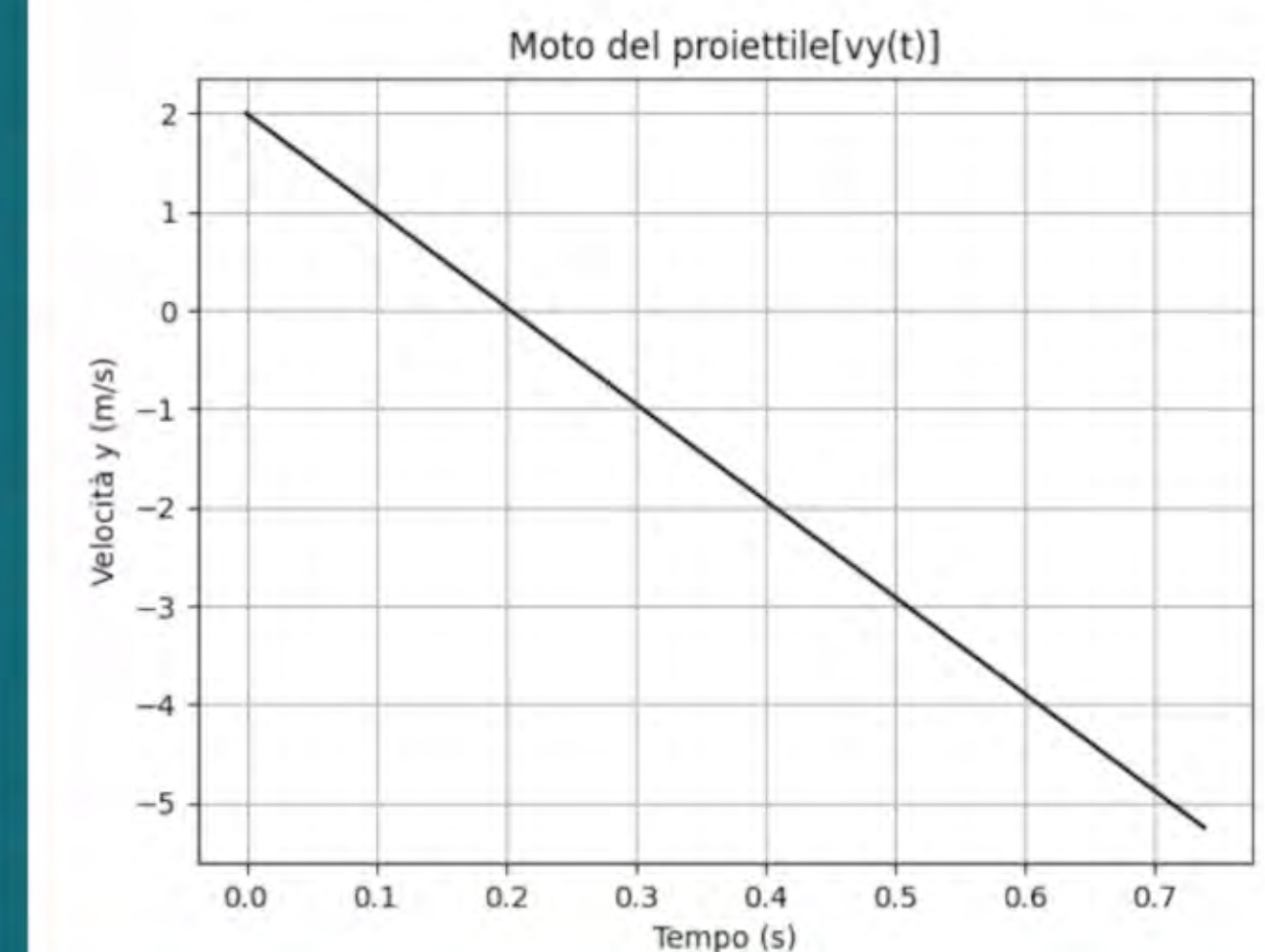
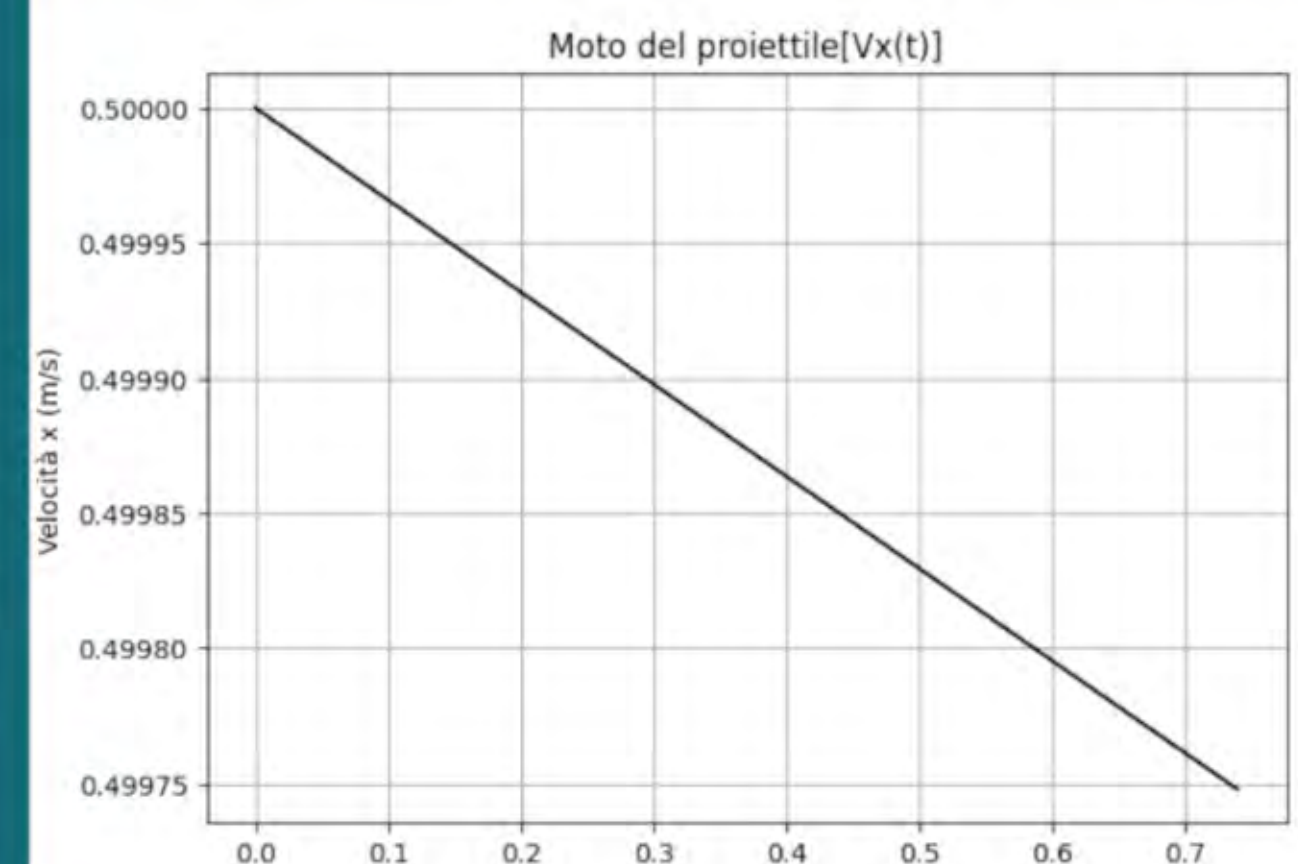
L'obiettivo dell'esperimento è osservare e misurare il moto parabolico di un corpo tramite l'utilizzo di un pallone, considerando la presenza dell'attrito viscoso dell'aria. Tramite lo stesso procedimento compiuto nella caduta libera, abbiamo ottenuto da Python le simulazioni e da Tracker i grafici dell'esperimento.

I primi due grafici rappresentano le simulazioni delle velocità, prima lungo l'asse x e dopo lungo l'asse y .

Nel grafico V_x-t , possiamo notare che la retta è leggermente inclinata verso il basso: ciò è dovuto all'attrito dell'aria; se la retta fosse stata parallela all'asse x , allora la palla avrebbe compiuto un moto parabolico senza attrito.

Nel grafico V_y-t , invece, possiamo osservare che lungo l'asse y il corpo ha una velocità positiva fino a quando raggiunge il picco, per poi scendere in caduta libera con velocità negativa. Infine, il terzo grafico, ottenuto da Tracker, rappresenta la traiettoria del moto del proiettile compiuto dalla palla, che forma una parabola.

Da questa esperienza abbiamo però capito che l'attrito dell'aria è talmente piccolo in un moto del proiettile compiuto da una palla, da poter essere trascurabile.

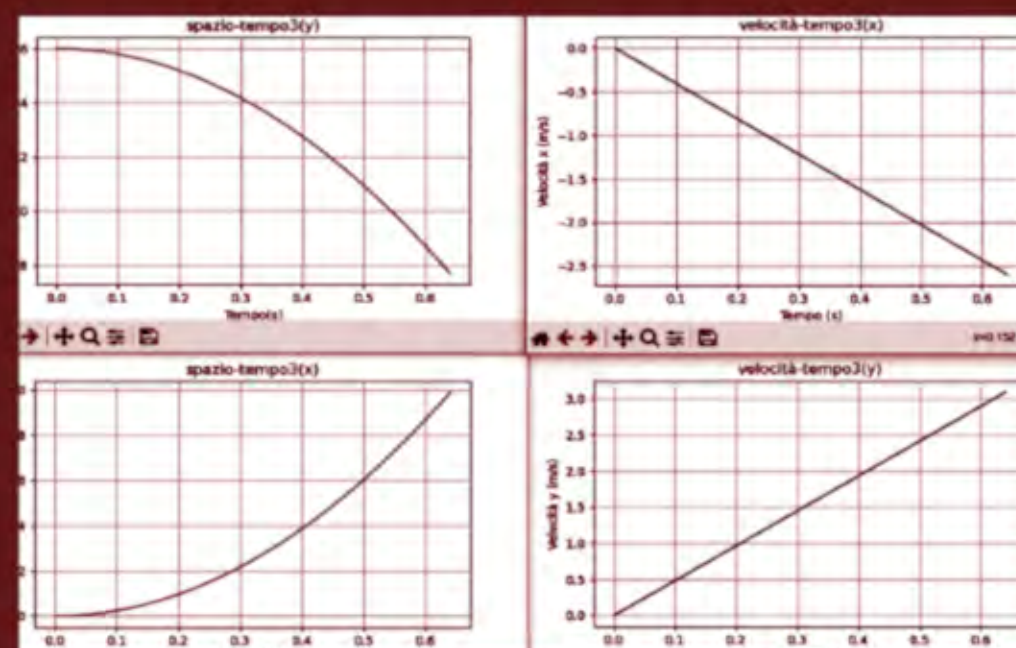


COSTANTE DI GRAVITA'

01

INTRODUZIONE

Nel moto rettilineo uniformemente accelerato l'oggetto preso in considerazione si sposta con un'accelerazione costante. Dunque, in questo esperimento andremo a studiare gli andamenti differenti degli oggetti selezionati e poter verificarne le diverse accelerazioni



02

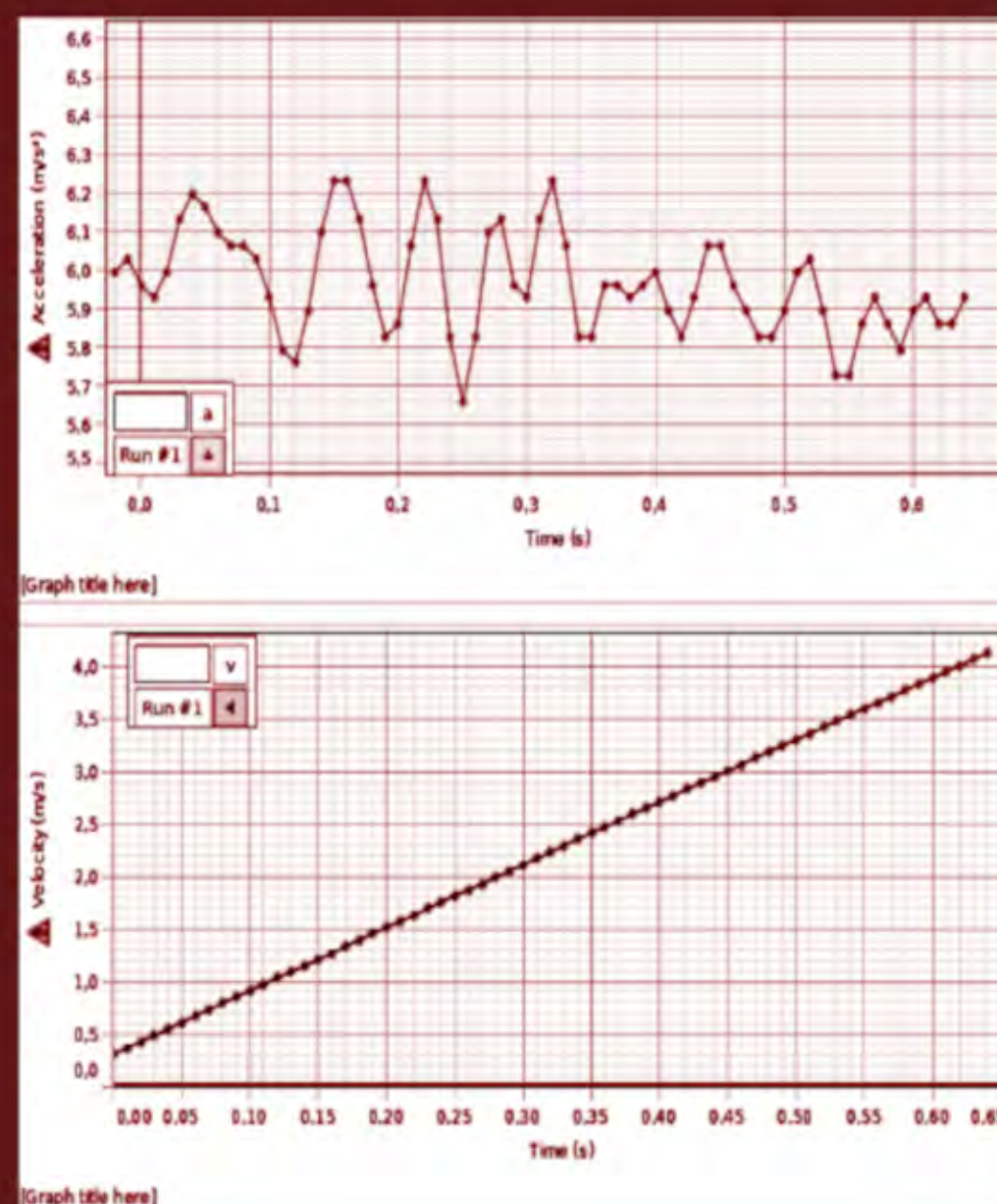
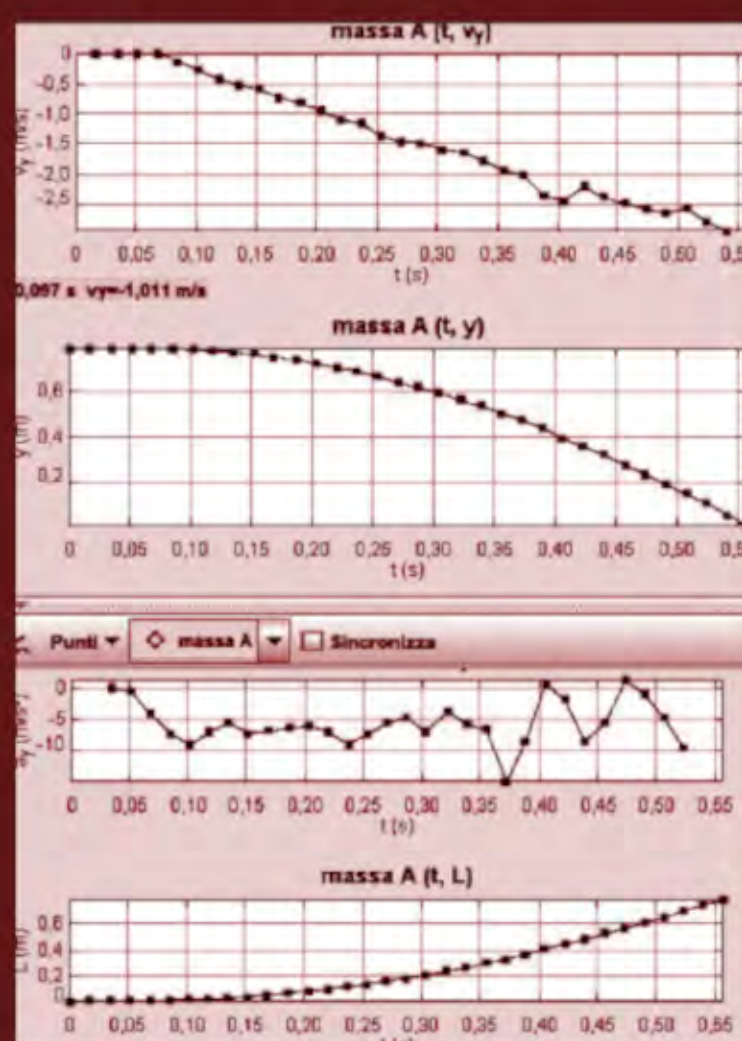
SIMULAZIONE

Dopo aver scritto il codice della simulazione grazie a python si è potuto ottenere de grafici coerenti al moto del nostro carrellino

03

CADUTA LIBERA

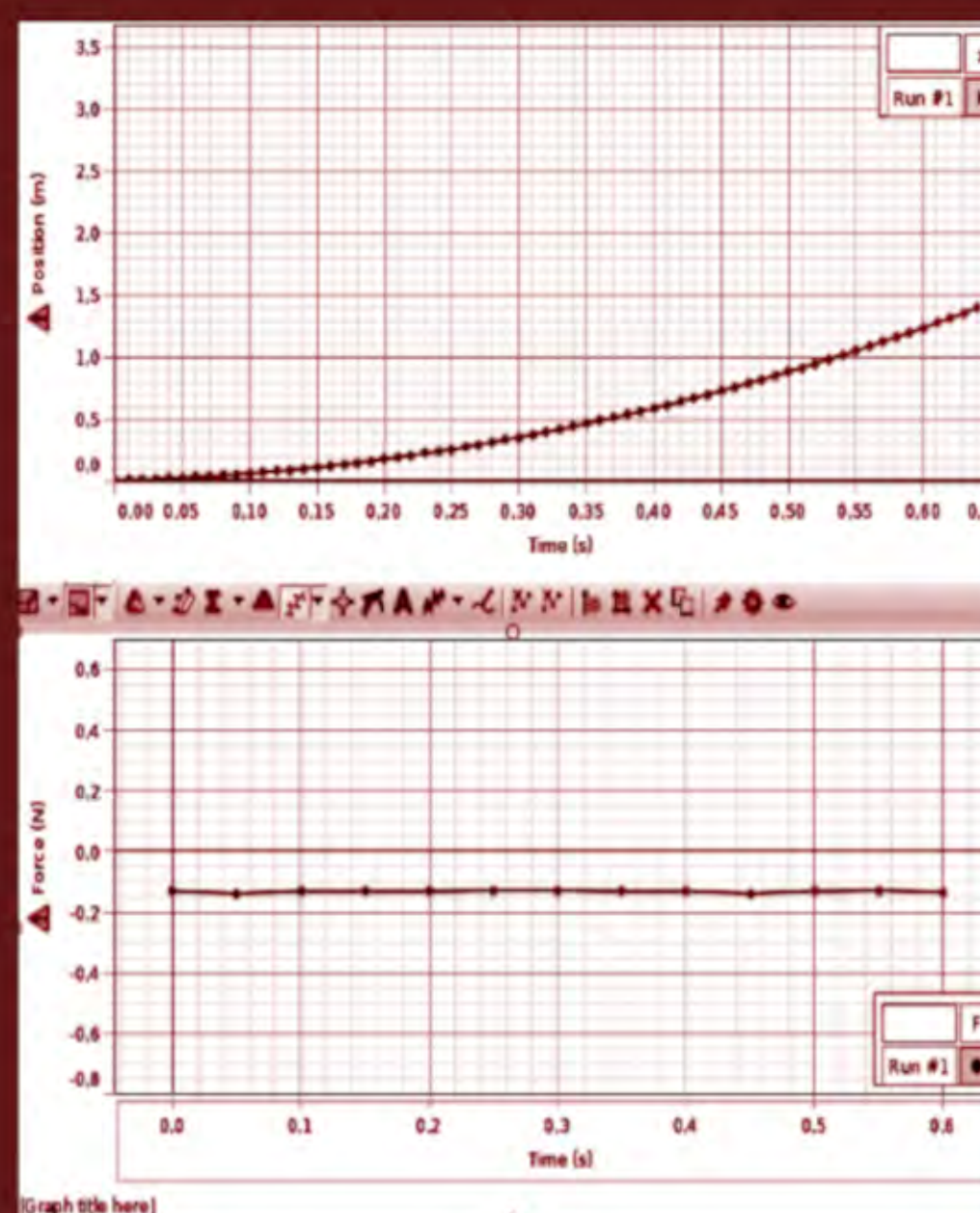
Fatto cadere liberamente un peso (50g) si può notare un'accelerazione attendibile per la prima parte di moto, diventando poi più altalenante nella seconda parte di moto



04

PIANO INCLINATO

Lasciato scivolare sul piano inclinato (40gradi) il carrello pasco si può notare che esso ha viaggiato per quasi 1,5 m, ad un'accelerazione media di 5 m/s^2 e una forza di $-0,15 \text{ N}$ per $0,7\text{s}$, fino a raggiungere una velocità maggiore di 4 m/s .



05

CONCLUSIONE

Grazie a questo esperimento si è potuto studiare gli andamenti diversi degli oggetti nei differenti stati di caduta e quindi poter verificarne le diverse accelerazioni. I risultati sulla determinazione della costante g (gravitazionale), hanno ottenuto una significativa coerenza e correttezza nelle misure attese, mostrato da una media di circa $g=9.80564 \text{ m/s}^2$ con un errore di $\pm 0.00002 \text{ m/s}^2$

