

CENTRO DI MASSA, DOVE TE NE VAI?

Introduzione

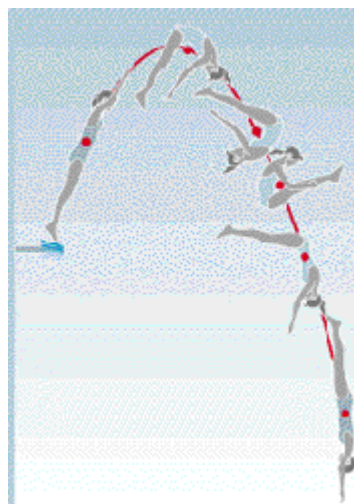
Nella vita quotidiana tutti noi abbiamo a che fare con qualsiasi tipo di oggetto: simmetrico o asimmetrico e con il concorso Scienzafirenze il nostro gruppo si è posto un obiettivo, ovvero quello di osservare con attenzione ciò che ci circonda per poi unire la semplicità apparente di un qualsiasi corpo con l'analisi del suo moto. Proprio per la sua chiarezza, abbiamo deciso, anche con il consiglio del docente di riferimento, di considerare il centro di massa di oggetti sia regolari sia irregolari (es. mazza da mini-golf) durante un loro moto parabolico, contribuendo nello studio di esso a scuola. Siamo partiti da un oggetto puntiforme come una semplice pallina e abbiamo analizzato il suo moto parabolico filmandolo e analizzando il video con l'applicazione 'Tracker'.

Abbiamo poi considerato un corpo rigido esteso ovvero una semplice asta di legno che abbiamo appesantito ad una estremità un bullone e alcuni dadi per spostare il suo centro di massa e renderlo, così facendo, un oggetto in cui la massa non è distribuita in modo omogeneo. Abbiamo individuato il baricentro mettendolo in equilibrio su un'asta orizzontale e abbiamo analizzato, come già fatto con la pallina, il suo moto per verificare che il baricentro percorresse un moto parabolico. Come terzo e ultimo caso abbiamo preso in considerazione un boomerang, ripetendo i procedimenti già illustrati per l'asta "asimmetrica". Osservando poi tutti e tre i video ci siamo posti una domanda: come si comporta il centro di massa nelle varie situazioni?

Le nostre ipotesi prevedevano che il centro di massa rimanesse invariato essendo un punto che è statico rispetto all'intero corpo. Nell'oggetto simmetrico, secondo le nostre supposizioni, il centro di massa si troverà perfettamente al centro, mentre nell'oggetto asimmetrico sarà situato in un punto diverso.



in un sistema isolato il centro di massa compie un moto rettilineo uniforme



in un sistema non isolato il centro di massa compie un moto parabolico.

Descrizione e rielaborazione dei dati sperimentali:

PRIMO OGGETTO- PALLINA DA TENNIS

La prima analisi del moto con Tracker ha riguardato il video del lancio di una pallina: abbiamo caricato il video, fissato gli assi cartesiani con origine nella posizione iniziale del corpo e inserito una misura reale di una dimensione tramite la funzione 'asta di misura' per permettere al software di realizzare le proporzioni. In particolare abbiamo scelto il lato orizzontale di un quadro visibile nel video. Con l'opzione 'punto di massa' abbiamo ricavato la posizione del corpo, in ogni frame del video e abbiamo trovato i grafici seguenti.

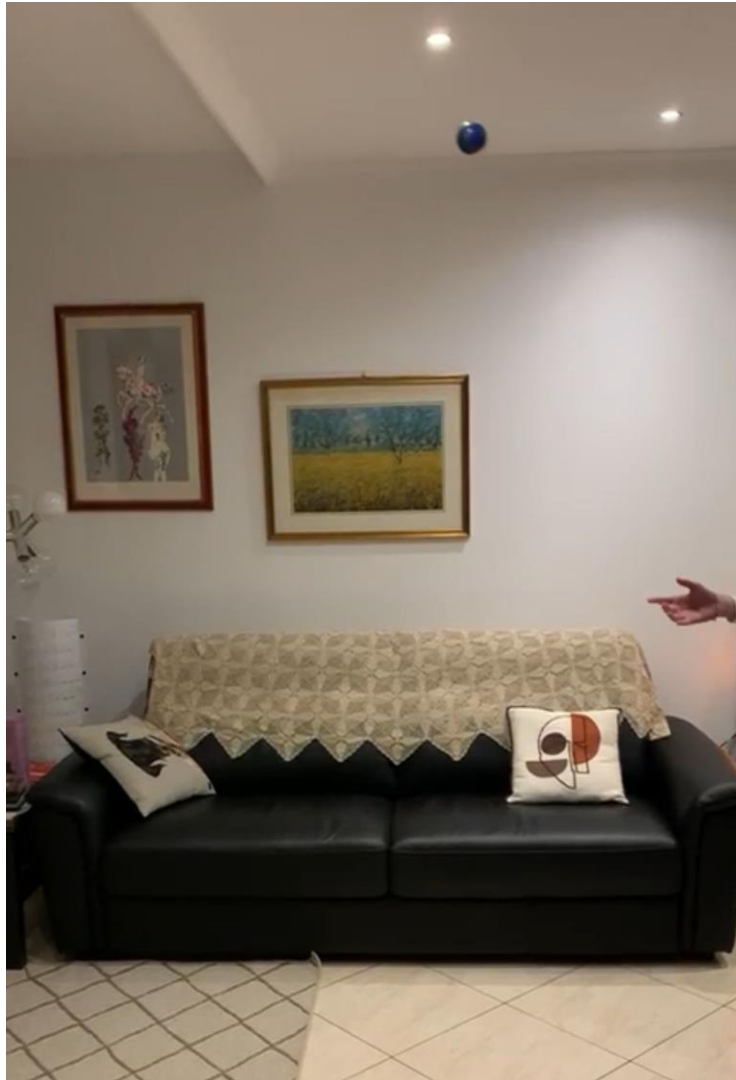


Foto del lancio della pallina

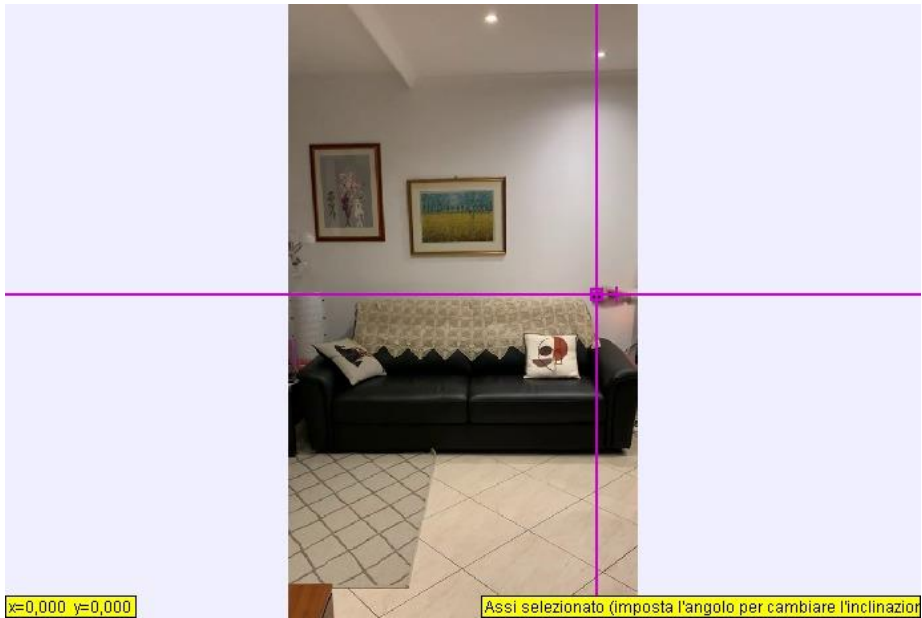


Foto iniziale del video sul sistema Tracker

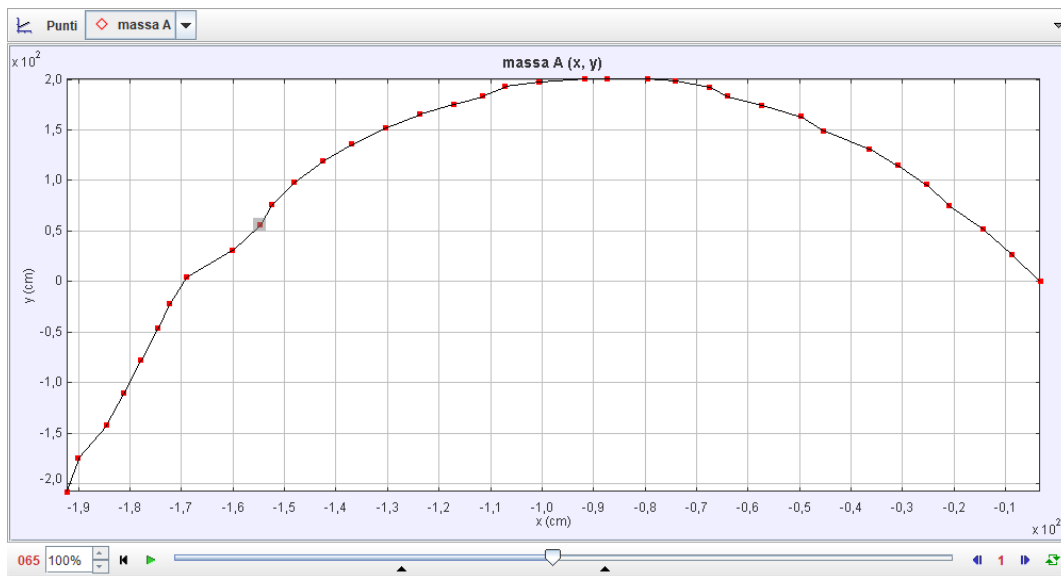


Grafico x-y del moto

Esso rappresenta la traiettoria parabolica del moto.

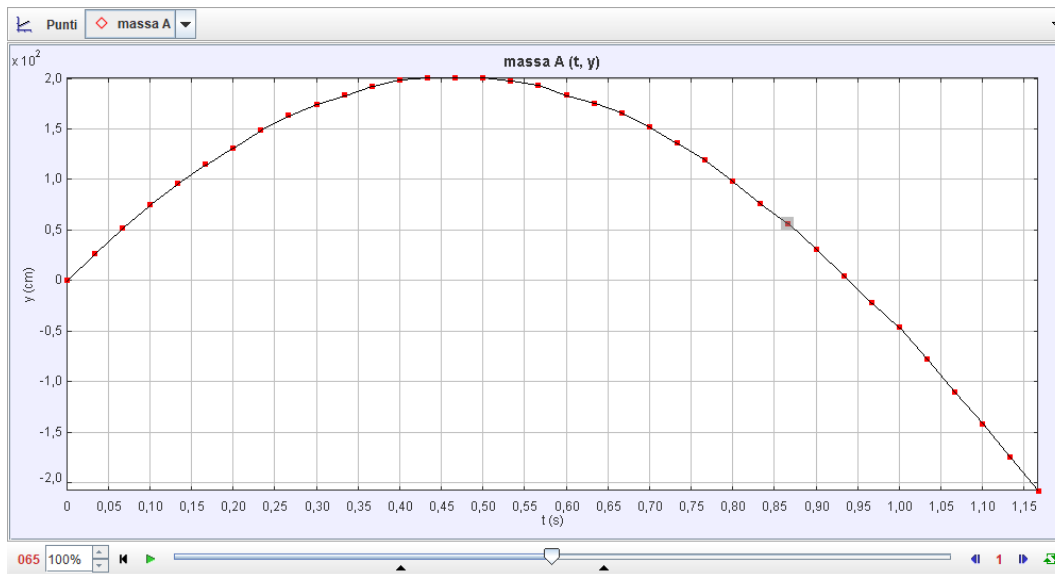


Grafico tempo-y del moto

Esso rappresenta una parabola perché, considerando solo la componente verticale del moto, abbiamo un moto uniformemente accelerato nel senso negativo del sistema.

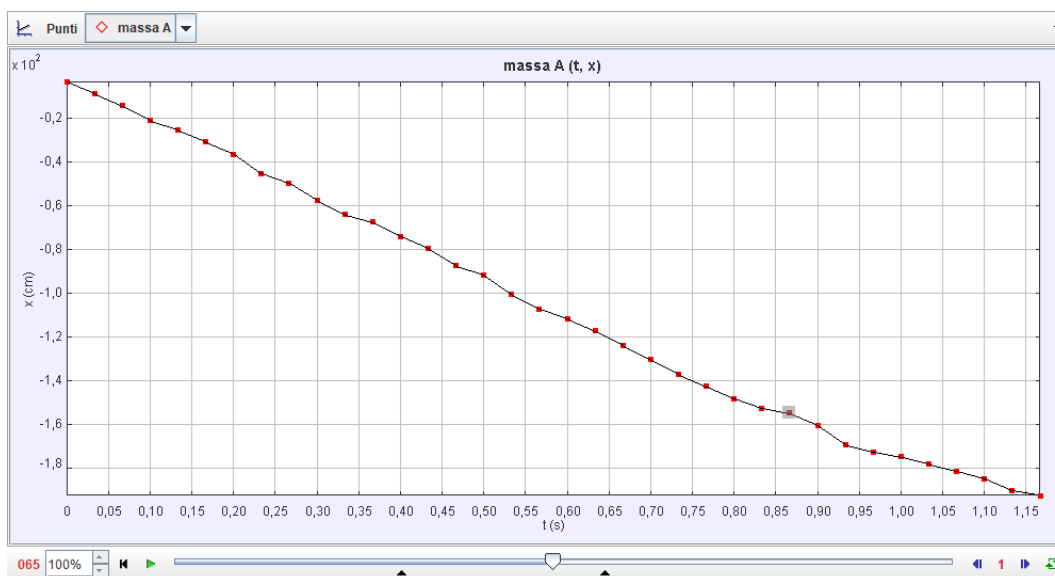


Grafico x-tempo del moto

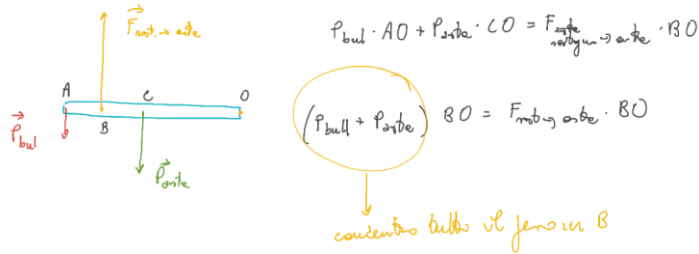
Il grafico del moto lungo l'asse x è una retta con pendenza negativa, infatti la palla è stata lanciata da destra verso sinistra.

SECONDO OGGETTO-ASTA

In questa situazione abbiamo calcolato il centro di massa prima staticamente appoggiando l'asta con il dado e i bulloni in equilibrio su un'altra asta orizzontale sostenuta da un montaggio verticale. Abbiamo considerato la posizione del centro di massa come quella del punto di contatto tra l'asta orizzontale e il corpo quando quest'ultimo è in equilibrio. Per giustificare il risultato ottenuto basta considerare l'equazione di equilibrio dei corpi rigidi: la forza totale che sosteneva il corpo in legno (quella applicata dall'asta del montaggio verticale), moltiplicata per la sua distanza dal centro di rotazione del corpo, doveva risultare

essere della stessa intensità della somma dei pesi (P corpo e P bulloni) moltiplicati anch'essi per le rispettive distanze dal centro di rotazione.

Dunque abbiamo ripetuto l'esperimento più volte per trovare una situazione di equilibrio. Per realizzare il montaggio verticale abbiamo dovuto montare verticalmente un'asta lunga rispetto al binario, posto orizzontalmente. Parallelamente a quest'ultimo elemento, abbiamo montato un blocco e fissato un'asta corta dove poter mettere il corpo da analizzare (in questo caso l'asta appesantita) per trovarne il centro di massa.



In questa foto troviamo il centro di massa dell'asta "irregolare" staticamente.

Dopo aver utilizzato il metodo statico, abbiamo ripetuto il procedimento adottato con la pallina: dopo aver effettuato un video dove lanciamo il corpo asimmetrico, scegliendo come sistema di riferimento la statua presente nel cortile della scuola, otteniamo i seguenti grafici. Osservando il grafico x-y otteniamo di nuovo una parabola, come nel caso precedente.

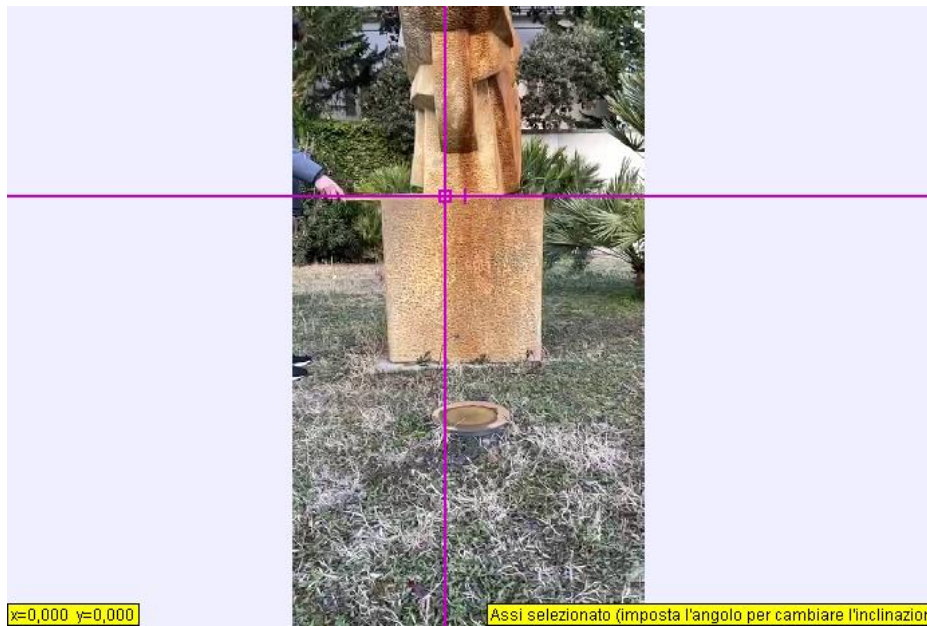


Foto iniziale del video sul sistema Tracker

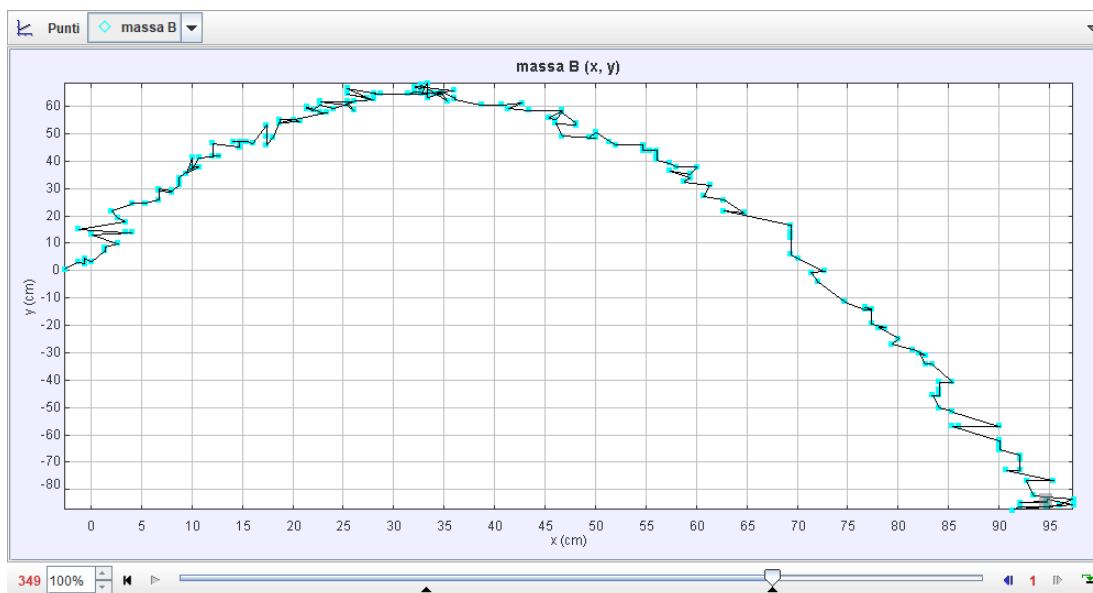


Foto del grafico x-y del moto: la parabola risulta essere più "sporca" e irregolare che nel caso della pallina.

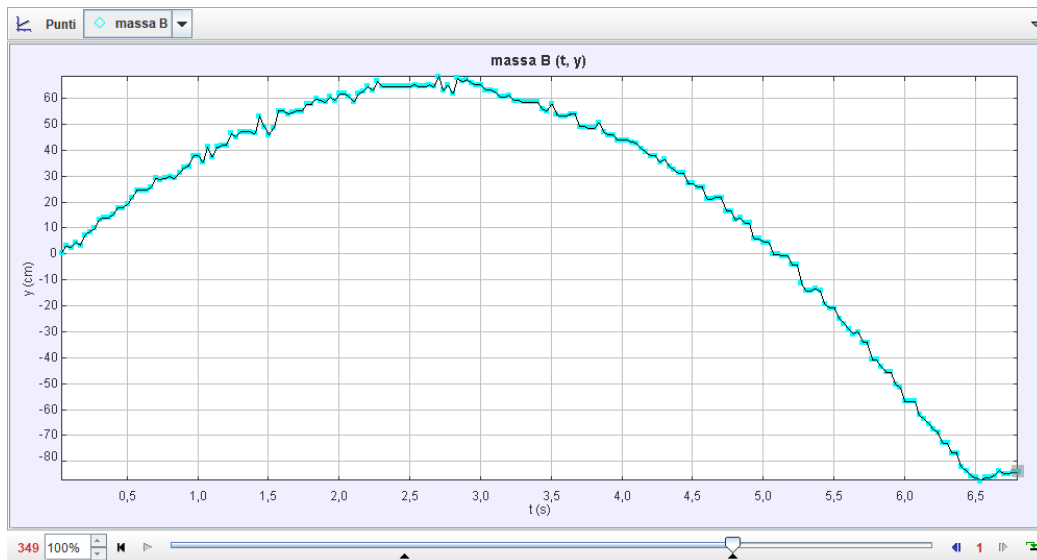


Foto del grafico tempo-y.

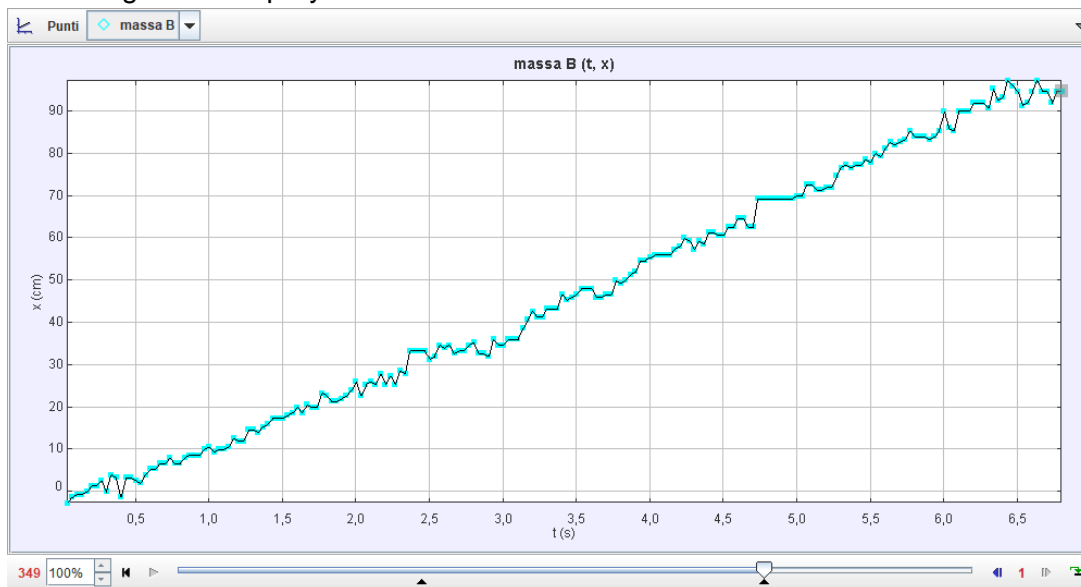


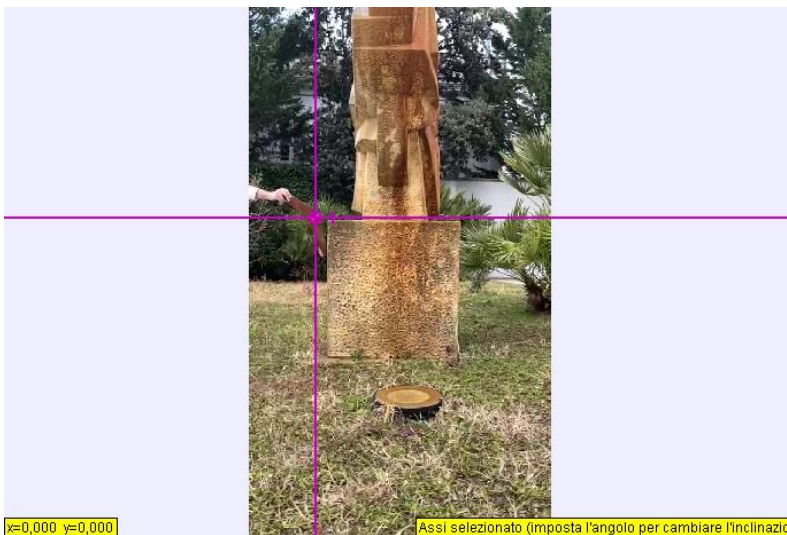
Foto del grafico tempo-x del moto con pendenza positiva perché il lancio è stato effettuato da sinistra verso destra.

TERZO OGGETTO-BOOMERANG

In ultima analisi consideriamo il lancio di un boomerang. Come nei precedenti passaggi abbiamo ottenuto il centro di massa staticamente utilizzando il montaggio verticale, per poi vedere se esso compiva un moto parabolico nel grafico x-y.



In questa foto troviamo il centro di massa del boomerang staticamente ipotizzando, per la simmetria del boomerang, che esso corrisponda con il punto d'appoggio. Ciò non accade nel caso precedente.



$x=0,000$ $y=0,000$

Assi selezionato (Imposta l'angolo per cambiare l'inclinazione)

Foto iniziale del video sul sistema Tracker

Abbiamo ottenuto i seguenti grafici:

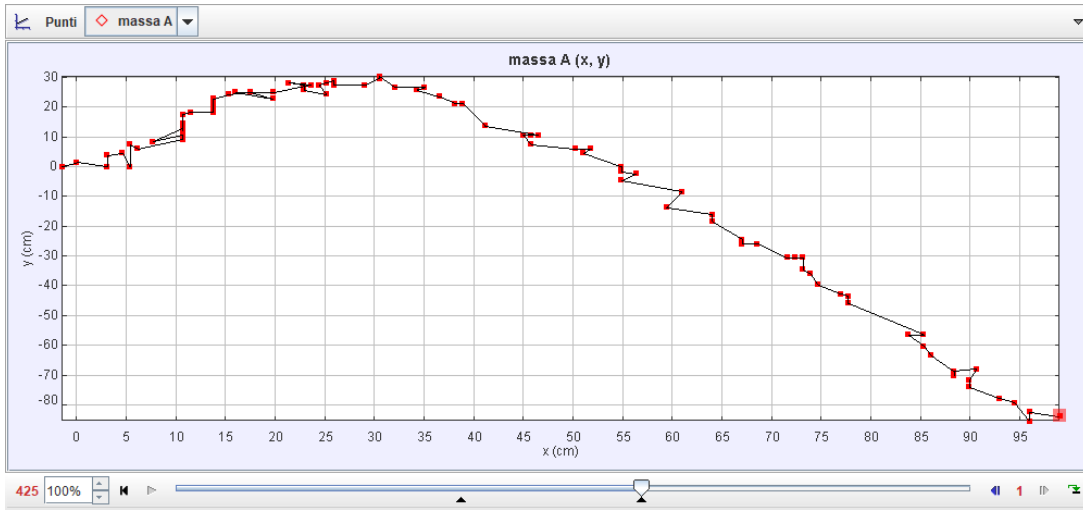


Grafico x-y del moto che si avvicina ad una parabola

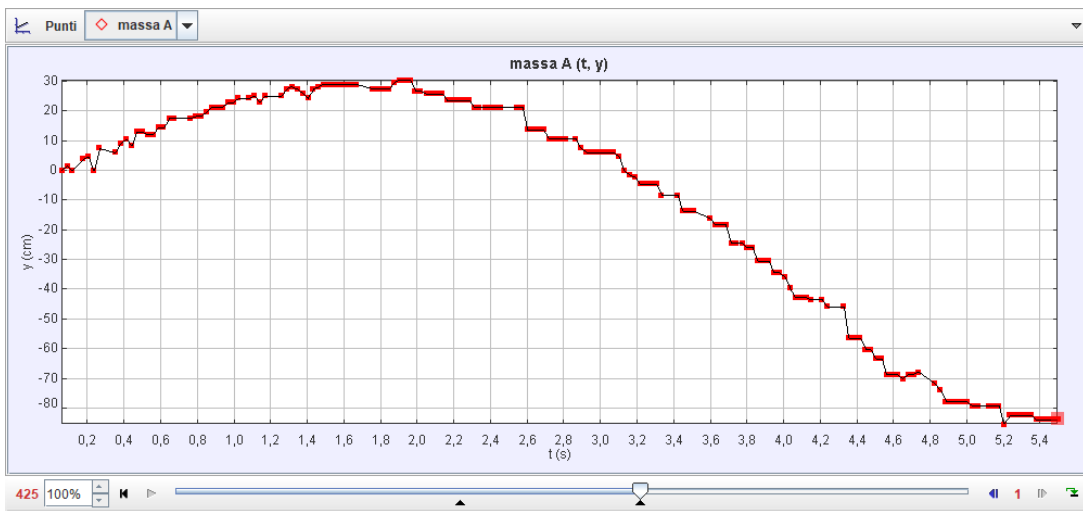


Grafico tempo-y del moto

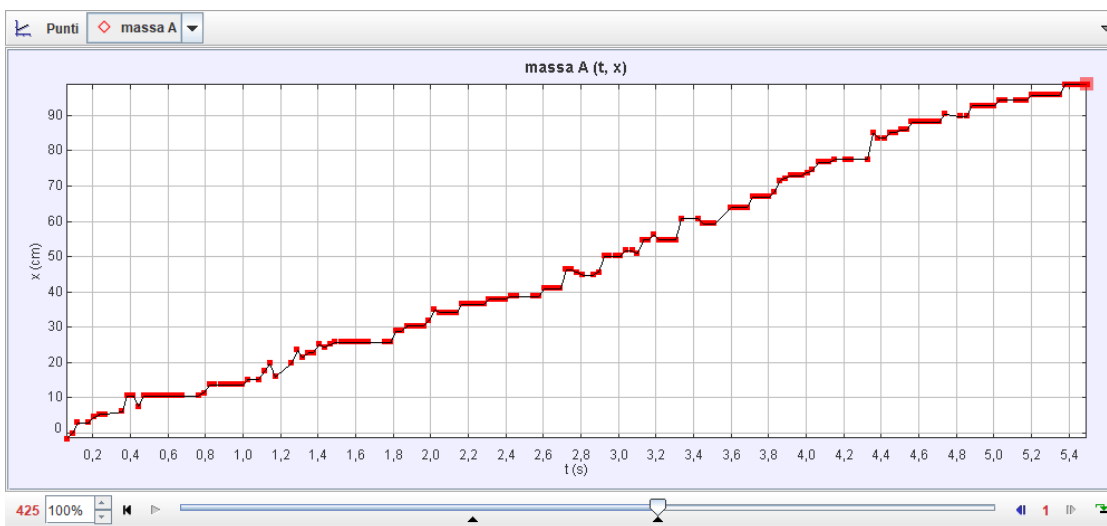


Grafico tempo-x: la retta ha una pendenza positiva perché il lancio è avvenuto da sinistra verso destra.

DISCUSSIONE:

In tutti i video analizzati abbiamo osservato che il moto del centro di massa è un moto parabolico: è l'unico punto del corpo che infatti non ruota, mentre tutto il corpo ruota attorno ad esso. Realizzando i video, e soprattutto analizzando i grafici, abbiamo riscontrato due errori principali: la distanza del corpo dalla misura di riferimento deve essere minima affinché le proporzioni risultino corrette; la telecamera inoltre deve essere stabile altrimenti il grafico subirà delle variazioni. Abbiamo dovuto realizzare e analizzare più video per minimizzare l'imprecisione dei grafici, e nel trovare staticamente il centro di massa del boomerang, essendo molto liscio, siamo stati costretti a utilizzare dello scotch carta per aumentare l'attrito con l'asta orizzontale. Se dovessimo ripetere gli esperimenti cercheremo di curare questi dettagli per diminuire gli errori.

CONCLUSIONE:

Il punto trovato staticamente attraverso il montaggio verticale corrisponde al centro di massa poiché nell'analisi del video abbiamo trovato i risultati che ci aspettavamo: essendo il centro di massa, il punto compie un moto parabolico e tutto l'oggetto ruota attorno ad esso.

Quest'ultima considerazione porta anche ad altri riscontri: in una situazione di moto in un sistema isolato, come potrebbe essere il lancio di un corpo irregolare su un tavolo prendendolo da un'estremità, il corpo compie un moto complesso, mentre il suo centro di massa si muove di *moto rettilineo uniforme*. Ma anche in un sistema non isolato abbiamo trovato dei riscontri, avendo già appurato che lanciando un qualsiasi corpo, simmetrico o asimmetrico, il centro di massa è l'unico punto di esso che compie un *moto parabolico*.

Tuttavia il moto del corpo non è sempre uguale: proprio per la considerazione che il centro di massa di un corpo è l'unico punto che non ruota, colpendo il corpo in questo punto l'intero corpo traslerà, mentre colpendolo in qualsiasi altro punto il corpo ruoterà; la rotazione sarà più accentuata più ci allontaneremo da esso, arrivando ad essere massima se colpiamo il corpo all'estremità.

Nel realizzare i grafici x-y dei tre casi, abbiamo visto che essi rappresentavano delle parabole, anche se non precise (specialmente nel caso del boomerang di cui non sappiamo l'esatta posizione del baricentro: potrebbe trovarsi al di sopra o al di sotto del punto di contatto con l'asta). Questo ci conferma che il punto del corpo analizzato su Tracker corrisponde al centro di massa poiché esso è l'unico a compiere un moto parabolico durante un lancio dell'oggetto.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA:

Dato che il tema non era ancora stato studiato, abbiamo cercato immagini e siti che ci permettessero di capire meglio il fenomeno del moto parabolico. Abbiamo inoltre consultato il libro di testo di fisica "*La fisica di Cutnell e Johnson*".

<https://www.fisica-all.it/2015/09/04/centro-di-massa/>

Relazione del docente

Il gruppo di lavoro, composto da tre ragazzi di una classe terza, si è indirizzato ben presto sull'argomento centro di massa.

Si è quindi individuato il centro di massa di un'asta appesantita ad una estremità studiandone l'equilibrio su un supporto orizzontale e successivamente verificando che il centro di massa trovato, evidenziato graficamente, percorresse una parabola quando l'asta era lanciata.

Lo studio del moto del centro di massa è avvenuto mediante il software Tracker.

L'analisi iniziale del moto di una pallina è stata svolta col duplice scopo di familiarizzare con lo strumento informatico e di cogliere la semplificazione del centro di massa nella descrizione del moto di un corpo esteso.

Infine si è applicato lo stesso procedimento su un oggetto esteso "esotico" come il boomerang, assumendo che il metodo statico desse come risultato il punto di appoggio sul supporto orizzontale. Come si vedrà dall'analisi del moto del boomerang, non si è andati molto lontani dal vero.