

PROGETTO ASL LAB2GO – Liceo Nomentano A.S. 2018 - 2019
Esperienza di laboratorio: Verifica della conservazione della quantità di moto
Scopo.

Dimostrare sperimentalmente che la quantità di moto e l'energia cinetica, in una collisione elastica, si conservano e che, in una collisione anelastica, si conserva la quantità di moto, ma non l'energia cinetica.

Introduzione:

La quantità di moto \vec{q} di una particella o di un oggetto è definito come $m\vec{v}$ dove m è la massa dell'oggetto e la \vec{v} sua velocità. La seconda legge del moto di Newton, comunemente espressa nella forma $\vec{F} = m\vec{a}$, può anche essere scritta in termini di quantità di moto: $\vec{F} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{q}}{\Delta t}$. Se non ci sono forze esterne nette o aventi risultante nulla sbilanciata che agiscono sull'oggetto ($\vec{F} = 0$), quindi $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{q}}{\Delta t} = 0$ e $\Delta\vec{q} = 0$. La variazione della quantità di moto è pari a zero o la quantità di moto si conserva significa cioè la quantità di moto rimane costante (nel tempo). Sviluppando la quantità di moto $\Delta\vec{q}$

$$\Delta\vec{q} = \vec{q}_f - \vec{q}_i = 0 \quad e$$

$$\vec{q}_f = \vec{q}_i$$

e La quantità di moto "finale" \vec{q}_f in qualsiasi istante t_f è la stessa quantità di moto iniziale \vec{q}_i all'istante t_i . Si noti che questo è coerente con la prima legge del moto di Newton, infatti $\vec{q}_f = \vec{q}_i$ o $m\vec{v}_f = m\vec{v}_i$ e $\vec{v}_f = \vec{v}_i$. Cioè, un oggetto rimane a riposo. Le considerazioni precedenti si applicano anche alla quantità di moto totale di un sistema di particelle o di oggetti. Ad esempio, il momento lineare totale \vec{Q} di un sistema di due masse m_1 e m_2 è $\vec{Q} = \vec{q}_1 + \vec{q}_2$ e se non ci sono forze esterne che agiscono sul sistema, quindi si ha $\Delta\vec{Q} = 0$. Nel caso di una collisione tra due oggetti di un sistema (con solo forze interne che agiscono), la quantità totale iniziale prima che la collisione è uguale alla quantità totale finale dopo la collisione. Questo è,

$$\begin{aligned} (\text{prima}) &= (\text{dopo}) \\ \vec{q}_1 + \vec{q}_2 &= \vec{q}_1 + \vec{q}_2 \end{aligned}$$

0

$$m_1\vec{v}_{1,f} + m_2\vec{v}_{2,f} = m_1\vec{v}_{1,i} + m_2\vec{v}_{2,i}$$

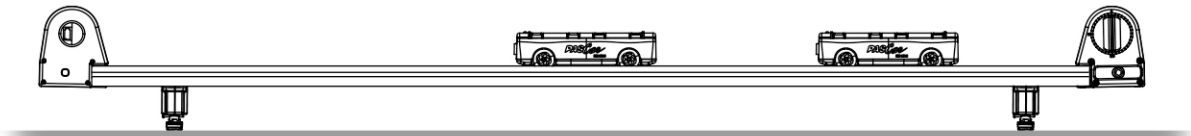
Materiali e Strumenti

- sistema di raccolta dati
- 2 sensori di moto
- 2 carrelli uno rosso e uno blu
- 3 guide a basso attrito da 50 cm
- 4 masse aggiuntive di 250 g ciascuna
- Bilancia, risoluzione 0,1 g

Metodo di Misura

Parte I - Collisione elastica

1. Si disponga la guida sul tavolo con un sensore di movimento collegato a ciascuna estremità come mostrato nello schema seguente. Si regolino i piedi della traccia per assicurarsi che la guida sia il più orizzontale possibile.



2. Collegare entrambi i sensori di movimento al sistema di raccolta dati (powerlink)

NOTA: i sensori di movimento sono puntati in direzioni opposte. In questo orientamento, un sensore di default misurerà la velocità positiva per un oggetto che si muove da sinistra a destra, mentre l'altro misurerà la velocità negativa per lo stesso oggetto.

3. Si crei un display grafico della posizione in funzione del tempo in cui saranno visualizzate le due tracce dei carrelli.

4. Si regoli che la frequenza di campionamento sia impostata su almeno 25 Hz per ciascun sensore di movimento. I sensori di movimento hanno un selettore; assicurarsi che siano nella modalità carrello.

Raccolta dei Dati

5. Si misuri la massa di ciascun carrello. Si registri la massa del carrello 1 nella tabella 1 e la massa del carrello 2 nella tabella 2 nella sezione **Analisi dei dati** riportate di seguito.

6. Si collochi il carrello 2 al centro della traccia e il carrello 1 vicino ad un'estremità della traccia (a poco più di 15 cm dal sensore di movimento) in modo che i rispettivi paraurti magnetici siano uno di fronte all'altro.

7. Assicurarsi che qualcuno si trovi dall'altra parte della traccia per prendere il carrello prima che colpisca il sensore di movimento.

8. Si inizi a registrare i dati. (si preme il tasto **AVVIO**)

9. Tenendo le mani lontane dal sensore di movimento, si spinga delicatamente e si rilasci il carrello 1 verso il carrello 2, in modo che possano scontrarsi.

10. Si Prendano entrambi i carrelli prima che colpiscano i sensori di movimento, quindi si interrompa la registrazione dei dati. (si preme il tasto **ARRESTA**)
11. Si Ripetano le fasi di raccolta dei dati per altre quattro volte, aggiungendo ogni volta una delle masse da 250 g al carrello 2.
12. Si usino gli strumenti del sistema di raccolta dati, cioè si evidenziano i punti sperimentali e si calcoli la pendenza del grafico spazio - tempo con lo strumento interpolazione lineare per trovare la velocità del carrello 1 appena prima della collisione (velocità iniziale) e subito dopo la collisione (velocità finale) in ogni prova. Immettere i valori nella Tabella 1.1 nella sezione Analisi dei dati.
13. Si usino gli strumenti del sistema di raccolta dati per trovare la velocità del carrello 2 sul grafico spazio -tempo poco prima della collisione (velocità iniziale che è zero) e subito dopo la collisione (velocità finale) in ogni prova. Immettere i valori nella Tabella 1.2 nella sezione Analisi dei dati.

Parte II - Collisione anelastica

14. Si rimuovano le masse dal carrello 2 e si raccolgano di nuovo i dati.
15. Si ripetano le stesse fasi di raccolta dei dati dalla Parte 1. Tuttavia, in questa parte si orienteranno i carrelli in modo che nell'urto si attacchino insieme i due velcri dei due paraurti in velcro, ottenendo una collisione anelastica.
17. Si eseguano cinque prove, aggiungendo ogni volta una delle masse al carrello da 250 g al carrello 2.
18. Si registri la massa del carrello 2, la velocità iniziale e la velocità finale per ciascuna prova nella Tabella 2.1.
19. Registrare la massa del carrello 1, la velocità iniziale e la velocità finale per ogni prova nella Tabella 2.2.

Parte III – esplosione elastica

20. Si dispongano a contatto al centro della guida i due carrelli: uno con il paraurti in velcro opposto al paraurti magnetico dell'altro carrello.
21. Iniziare la registrazione e colpire il rilascio del grilletto, sito nella parte superiore del carrello, per avviare i carrelli, con un martelletto.
22. Interrompere la registrazione prima che i carrelli raggiungano la fine della traccia.
23. Nel grafico posizione - tempo, utilizzare lo strumento interpolazione per misurare le velocità dei carrelli 1 e 2 subito dopo l'esplosione.

23. Si ripetano le stesse fasi di raccolta dei dati dalla Parte 1.
24. Si eseguano altre quattro prove, aggiungendo ogni volta una massa da 250 g al carrello 2.
25. Si registri la massa del carrello 2, la velocità iniziale e la velocità finale per ciascuna prova nella Tabella 3.1.
26. Si registri la massa del carrello 1, la velocità iniziale e la velocità finale per ciascuna prova nella Tabella 3.1.

Analisi dei Dati

Parte I

1. Si calcoli la quantità di moto e finale del carrello 1 in ciascuna prova della Parte 1. Si Registrino i valori per il carrello 1 nella tabella 1.1.

Tabella n. 1.1 Collisioni elastiche del carrello 1

N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2618	0,634	0	0,165981	0	0,052616	0
2	0,2618	0,472	-0,140	0,12357	-0,03665	0,029162	0,002566
3	0,2618	0,327	-0,152	0,085609	-0,03979	0,013997	0,003024
4	0,2618	0,691	-0,398	0,180904	-0,1042	0,062502	0,020735
5	0,2618	0,541	-0,347	0,141634	-0,09084	0,038312	0,015762

2. Si calcoli la quantità di moto e finale del carrello 2 in ciascuna prova della Parte 1. Si Registrino i valori per il carrello 2 nella tabella 2.2.

Tabella n. 1.2 Collisioni anelastiche del carrello 2

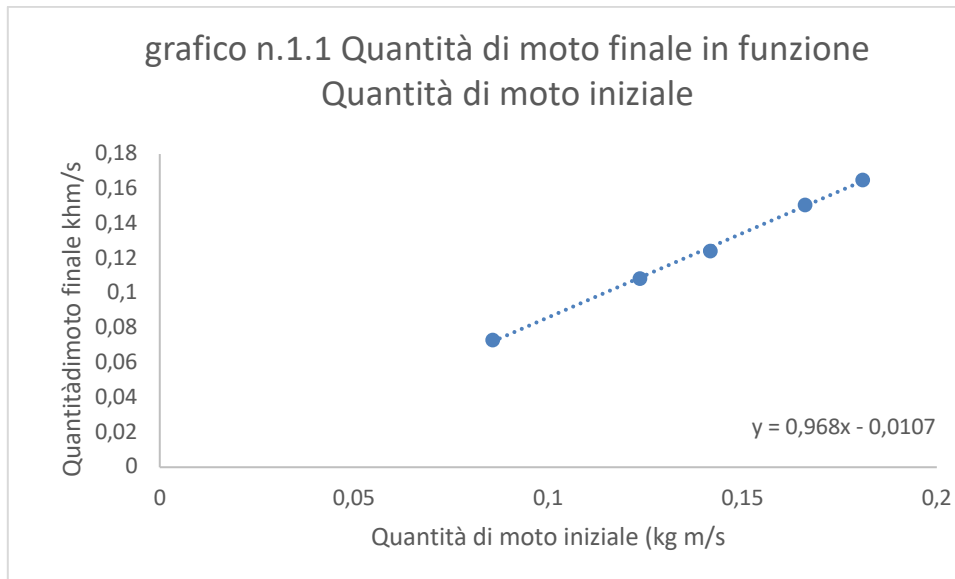
N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2588	0	0,583	0	0,15088	0	0,043982
2	0,5088	0	0,285	0	0,145008	0	0,020664
3	0,7588	0	0,149	0	0,113061	0	0,008423
4	1,0088	0	0,267	0	0,26935	0	0,035958
5	1,2588	0	0,171	0	0,215255	0	0,018404

3. Si calcolino la quantità di moto totale e l'energia cinetica totale del sistema dei due carrelli prima e dopo ogni collisione della Parte I. Si registrino i risultati nella Tabella 1.3 di seguito.

Tabella n. 1.3 Quantità di moto totale del Sistema e energia cinetica prima e dopo la collisione elastica

N. di prove	Quantità di moto iniziale del sistema (kg·m/s)	Quantità di moto finale del sistema (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale del sistema (J)	Energia cinetica finale del sistema (J)	Differenza % Energia cinetiche finale e iniziale (J)
1	0,165981	0,15088	0,052616	0,043982	0,166813
2	0,12357	0,108356	0,029162	0,023229	0,06217
3	0,085609	0,073268	0,013997	0,011447	0,012975
4	0,180904	0,165153	0,062502	0,056693	0,138482
5	0,141634	0,12441	0,038312	0,034166	0,0601

4. Infine si costruisca il grafico n. 1.1 con Excel il grafico che riporti in ordinate i valori della quantità di moto finale e in ascisse i valori della quantità di moto iniziale e si tracci la retta che meglio approssima i dati (linea di tendenza).

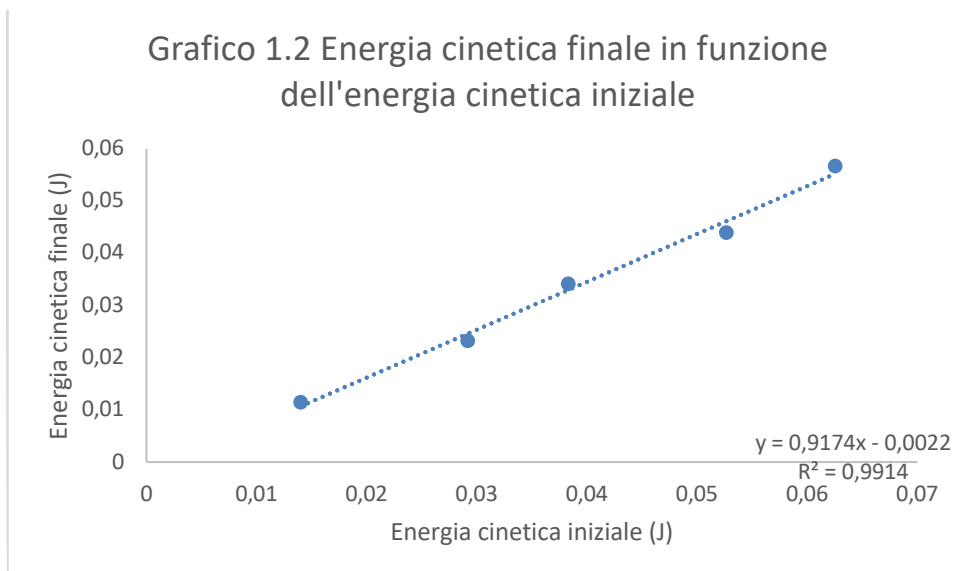


5. Con lo strumento **Regressione Lineare** di Excel si valuti la pendenza e l'incertezza ad essa associata della retta e il coefficiente di correlazione R^2 . Essi risultano rispettivamente

$$m = (0,97 \pm 0,02) \text{ e } R^2 = 0,998691$$

Il valore teorico della pendenza nel caso della conservazione della quantità di moto sarebbe dovuto essere pari all'unità comunque in buon accordo con i dati sperimentali entro le incertezze.

6. Si costruisca con Excel il grafico delle energie cinetiche, riportando in ascisse i valori dell'energia cinetica iniziale e in ordinate i valori dell'energia cinetica finale per verificare che l'energia si conserva dopo l'urto.



7. Con lo strumento **Regressione Lineare** di Excel si calcoli la pendenza della retta e la sua incertezza e il coefficiente di correlazione. Si ottengono i seguenti valori

$$m = (0,92 \pm 0,005) \text{ e } R^2 = 0,991399$$

Parte II – Collisione anelastica

8. Si calcolino con Excel la quantità di moto iniziale e finale e le energie cinetiche iniziale e finale del carrello 1 in ciascuna prova e si registrino i valori nella tabella 2.1

Tabella n. 2.1 Carrello 1 Collisione anelastica

N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2618	0,619	0,298	0,162054	0,078016	0,050156	0,011624
2	0,2618	0,434	0,135	0,113621	0,035343	0,024656	0,002386
3	0,2618	0,414	0,0979	0,108385	0,02563	0,022436	0,001255
4	0,2618	0,759	0,149	0,198706	0,039008	0,075409	0,002906
5	0,2618	0,444	0,0702	0,116239	0,018378	0,025805	0,000645

9. Si calcolino con Excel la quantità di moto iniziale e finale e le energie cinetiche iniziale e finale del carrello 2 in ciascuna prova e si registrino i valori nella tabella 2.2

Tabella n. 2.2 Carrello 2 Collisione anelastica

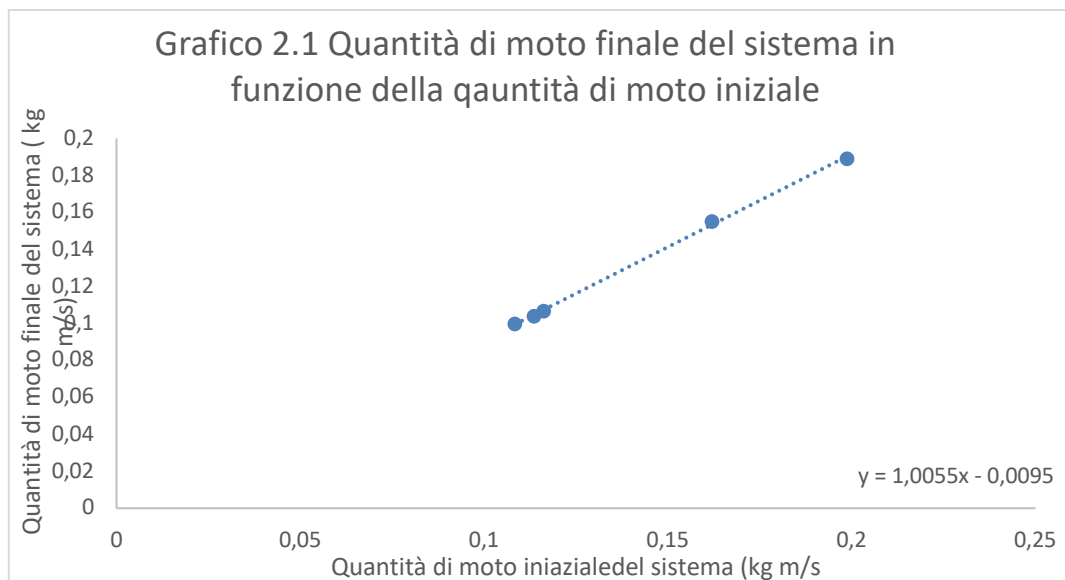
N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2588	0	0,298	0	0,077122	0	0,011491
2	0,5088	0	0,135	0	0,068688	0	0,004636
3	0,7588	0	0,0979	0	0,074287	0	0,003636
4	1,0088	0	0,149	0	0,150311	0	0,011198
5	1,2588	0	0,0702	0	0,088368	0	0,003102

10. Si calcolino con Excel la quantità di moto totale iniziale e finale e le energie cinetiche iniziale e finale del sistema in ciascuna prova e si registrino i valori nella tabella 2.3 di seguito.

Tabella n. 2.3 Quantità di moto totale del Sistema e energia cinetica prima e dopo l'urto

N. di prove	Quantità di moto iniziale del sistema (kg·m/s)	Quantità di moto finale del sistema (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale del sistema (J)	Energia cinetica finale del sistema (J)
1	0,162054	0,155139	0,050156	0,023116
2	0,113621	0,104031	0,024656	0,007022
3	0,108385	0,099917	0,022436	0,004891
4	0,198706	0,189319	0,075409	0,014104
5	0,116239	0,106746	0,025805	0,003747

11. Infine si costruisca il grafico n. 2.1 con Excel il grafico che riporti in ordinate i valori della quantità di moto finale del sistema e in ascisse i valori della quantità di moto iniziale sempre del sistema dei due carrelli e si tracci la retta che meglio approssima i dati (linea di tendenza).



12. Con lo strumento **Regressione Lineare** di Excel si valuti la pendenza e l'incertezza ad essa associata della retta e il coefficiente di correlazione R^2 . Essi risultano rispettivamente

$$m = (1,01 \pm 0,02) \text{ e } R^2 = 0,999215$$

Il valore teorico della pendenza nel caso della conservazione della quantità di moto sarebbe dovuto essere pari all'unità comunque in ottimo accordo con i dati sperimentali entro le incertezze.

Parte III Esplosione elastica

13. Si calcolino con Excel la quantità di moto e le energie cinetiche iniziali e finali del carrello 1 in ciascuna prova della Parte III. Si Registrino i valori del carrello 1 nella tabella 3.1. (le velocità e le quantità di moto iniziali sono nulle)

Tabella n. 3.1 Carrello 1 Esplosione elastica del carrello 1

N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2588	0	0,984	0	0,254659	0	0,125292
2	0,2588	0	1,15	0	0,29762	0	0,171132
3	0,2588	0	1,15	0	0,29762	0	0,171132
4	0,2588	0	1,14	0	0,295032	0	0,168168
5	0,2588	0	1,18	0	0,305384	0	0,180177

14. Si calcolino con Excel la quantità di moto e le energie cinetiche iniziali e finali del carrello 2 in ciascuna prova della Parte III. Si Registrino i valori del carrello 2 nella tabella 3.2. (le velocità e le quantità di moto iniziali sono nulle)

Tabella n. 3.2 Carrello 2 Esplosione elastica del carrello 2

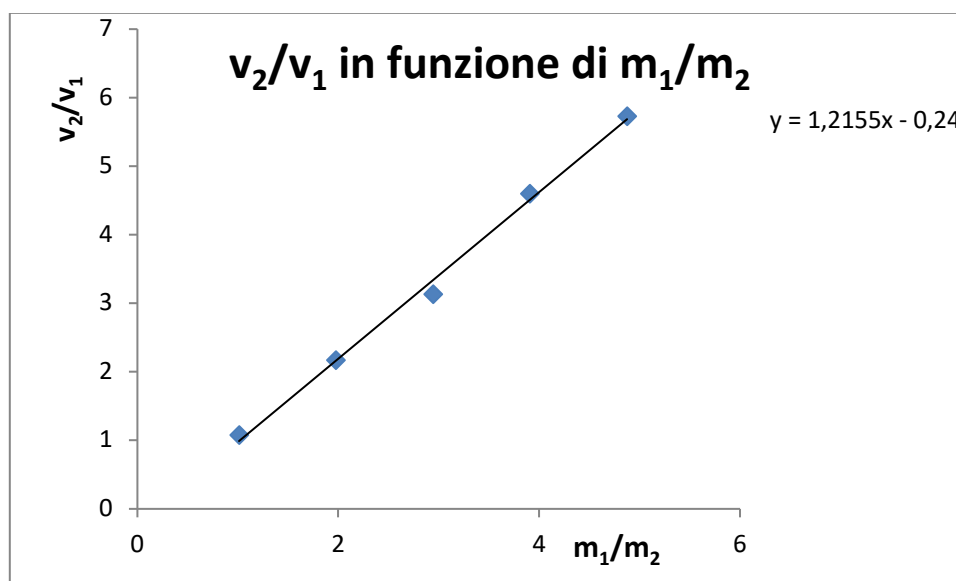
N. prove	Massa (kg)	Velocità iniziale (m/s)	Velocità finale (m/s)	Quantità di moto iniziale (kg·m/s)	Quantità di moto finale (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale (J)	Energia cinetica finale (J)
1	0,2618	0	-0,917	0	-0,24007	0	0,110072
2	0,5118	0	-0,531	0	-0,27177	0	0,072154
3	0,7618	0	-0,368	0	-0,28034	0	0,051583
4	1,0118	0	-0,248	0	-0,25093	0	0,031115
5	1,2618	0	-0,206	0	-0,25993	0	0,026773

10. Si calcolino con Excel la quantità di moto totale iniziale e finale e le energie cinetiche iniziale e finale del sistema in ciascuna prova e si registrino i valori nella tabella 3.3 di seguito.

Tabella n. 3.3 Esplosione elastica del sistema dei due carrelli

N. di prove	Quantità di moto iniziale del sistema (kg·m/s)	Quantità di moto finale del sistema (kg·m/s)	Energia cinetica iniziale del sistema (J)	Energia cinetica finale del sistema (J)
1	0	0,014589	0	0,235365
2	0	0,025854	0	0,243285
3	0	0,017278	0	0,222715
4	0	0,044106	0	0,199283
5	0	0,045453	0	0,206949

11. Si riportino in un grafico, utilizzando Excel, in ordinate il modulo del rapporto tra le la velocità del carrello 2 e quella del carrello 1 e in ascisse il rapporto tra le masse del carrello 1 e quella del carrello 2.



14. Con lo strumento **Regressione Lineare** di Excel si calcoli la pendenza della retta e il coefficiente di correlazione, si ottiene

$$m = (0,82 \pm 0,03) \quad R^2 = 0,995578$$

Il valore teorico della pendenza nel caso della conservazione della quantità di moto sarebbe dovuto essere pari all'unità comunque in discreto accordo con i dati sperimentali entro le incertezze.

