Istituto di Istruzione Superiore Statale

"Da Vinci - De Giorgio"

Liceo Scientifico Tecnologico

FISICA E LABORATORIO

ESPERIENZA N° ***5***

URTI ELASTICI E ANELASTICI

ALUNNO: **Nanni Mario**

CLASSE: **3 LST - A**

DATA: **03/05/2012**

Docente: prof. Quintino d'Annibale

I.T.P.: prof. Remigio Enrico

Anno scolastico: 2011/2012

OBIETTIVI:

Verificare il principio di conservazione della quantità di moto nei casi di urti elastici e anelastici unidimensionali. Verificare la conservazione dell’energia cinetica nei casi di urti elastici in una dimensione.

MATERIALE E STRUMENTI:

- Rotaia a cuscino d’aria completa di tutte le parti
- Fotocellule
- Scotch biadesivo
- Forbici
- Cronometro digitale (sensibilità: 1/1000 sec)
- Asta graduata (portata: 2.5m; sensibilità: 1mm)
- Bilancia elettronica

SCHEMA DELL’APPARATO:

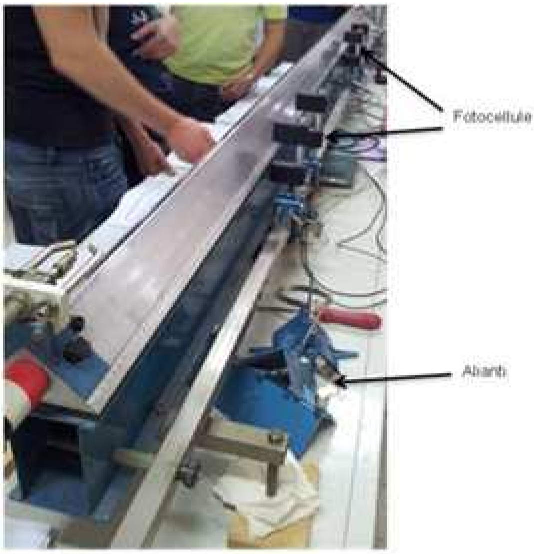


Figura 1

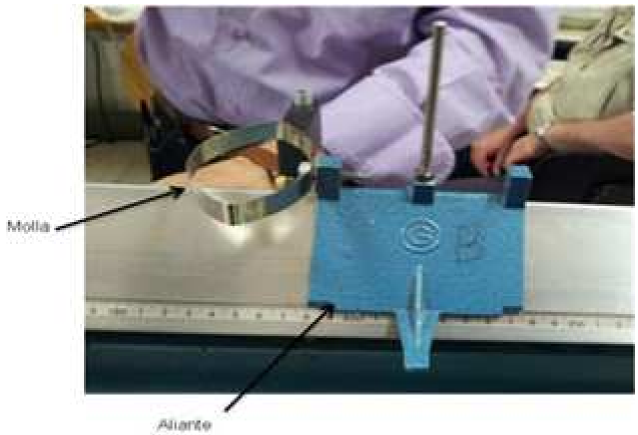


Figura 2

Figura 3

FUNZIONE DELLE PARTI:

- L’aliante scorre lungo la rotaia, che grazie all’aria prodotta dal compressore che fuoriesce dalle due serie di fori, permette il sollevamento di quest’ultimo in modo tale che gli attriti vengono ridotti quasi del tutto.
- Le fotocellule sono posizionate lungo il binario ad una certa distanza l’una dall’altra, e rilevano il lasso di tempo che l’aliante impiega a percorrere questo spazio. In questa prova ci sono due coppie di fotocellule, ognuna di esse misura il tempo impiegato da ciascun aliante.
- Le molle permettono agli alianti di effettuare un urto elastico, e fanno in modo che non si disperda energia.
- Il cronometro è costituito da 6 display, tre a sinistra e tre a destra. Nella prova vengono utilizzati solo i primi quattro. I primi due rilevano i tempi di percorrenza degli alianti prima dell’urto, e gli altri due rilevano i tempi di percorrenza degli alianti dopo l’urto. Sono presenti anche i pulsanti per il settaggio, che permettono di impostare il cronometro in modo differente ogni volta che si cambia tipologia di urto.

SCHEMA DI MISURA:

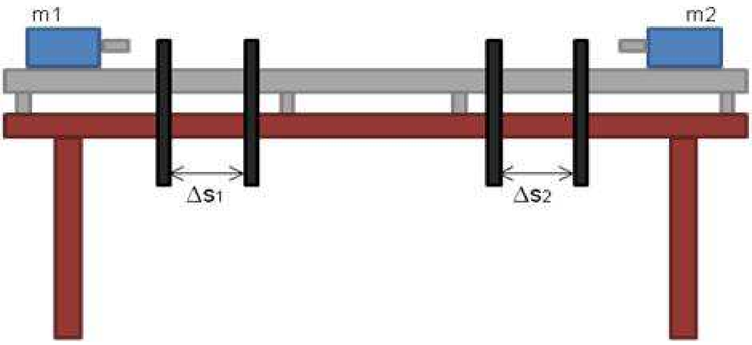


Fig.4

Questo schema (Fig.4) mostra la posizione delle quattro fotocellule, e le due distanze (Δs_1 e Δs_2) sono uguali, è avranno un valore fisso per tutta la durata della prova. Quindi:

$$\mathbf{\Delta s_1 = \Delta s_1 = 0.2\ m}$$

RICHIAMI TEORICI:

L'urto è il termine fisico con cui si identifica una collisione che avviene tra due o più corpi rigidi nello spazio, caratterizzato dalla presenza di forze interne molto intense e di breve durata (forze impulsive), mentre le forze esterne sono trascurabili. Il sistema si può quindi considerare isolato.

Gli urti si dividono in elastici e anelastici:

-In un urto elastico la quantità di moto del sistema rimane costante:

$$m_1 \times v_{1i} + m_2 \times v_{2i} = m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Inoltre nell’urto elastico l’energia cinetica di ciascun corpo può variare, ma l’energia cinetica totale del sistema rimane costante:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^{\ 2} + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^{\ 2} = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^{\ 2} + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^{\ 2}$$

In un urto completamente anelastico solo la quantità di moto del sistema rimane costante:

$$m_1 \times v_{1i} = (m_1 + m_2) \times V$$

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA:

PER UN CORRETTO SVOLGIMENTO DELLA PROVA:

a) Pesiamo attentamente i carrelli con la relativa molla per l'urto elastico, e senza molla per l'urto anelastico.
b) Quando posizioniamo le fotocellule per fissare uno spazio che rimane costante per tutta la prova, è importante leggere correttamente la distanza tramite l'asta graduata che si trova sulla rotaia, in modo tale da non avere problemi nei calcoli.
c) Effettuiamo più di una misurazione per far si di rilevare misure di tempo più attendibili.
d) Prima della prova verificare il corretto funzionamento delle fotocellule e del cronometro.
e) Si verifica l'integrità dei carrelli e la possibile presenza di ammaccature che possono compromettere l'esito della prova.
f) Non imprimere una spinta elevata al carrello in quanto con l'urto si potrebbe sollevare dalla rotaia.

Per lo svolgimento della prova si utilizza la rotaia a cuscino d'aria;

La prova è divisa in due fasi: la prima riguarda gli urti elastici, la seconda fase riguarda urti anelastici.

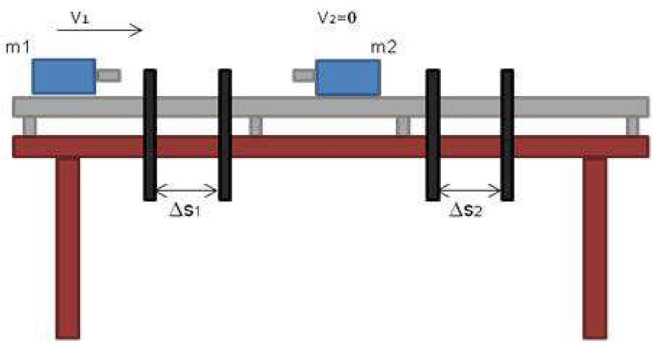
Operazioni comuni ad entrambe le fasi:

a) Azzerare il cronometro prima di ogni nuova misurazione.
b) Accendere il compressore a attendere qualche secondo per permettere all'aria di stabilizzarsi all'interno della rotaia e porre l'aliante in condizioni di minimo attrito.
c) Mediante i pulsanti di settaggio si imposta il cronometro per la prova.
d) Il carrello viene messo in moto applicando una forza (nel nostro caso il carrello viene spinto con il braccio), che deve cessare prima che il carrello raggiunga la fotocellula, in modo tale da proseguire di moto rettilineo uniforme.

URTI ELASTICI:

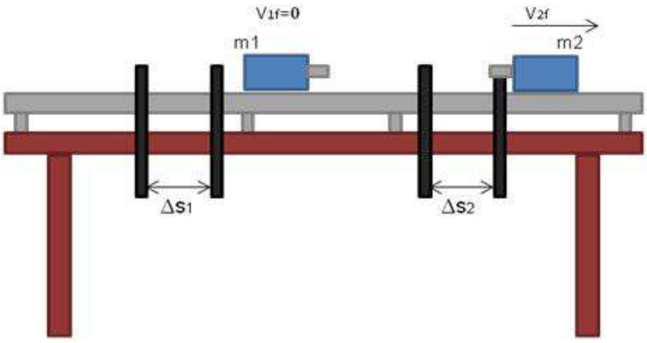
1) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1312kg)

Prima:



Dopo aver settato il cronometro, inizia la prova. Prima dell'urto il carrello di massa m_1 è in moto da sinistra, mentre il carrello di massa m_2 è fermo al centro della rotaia.

Dopo:

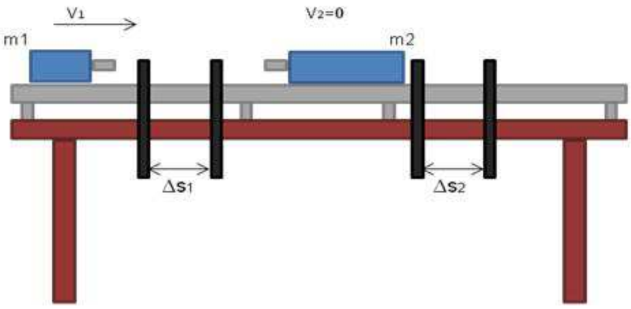


Dopo l'urto il carrello di massa m_1 è fermo, mentre il carrello di massa m_2 è in moto verso destra.

Variante della prova 1:

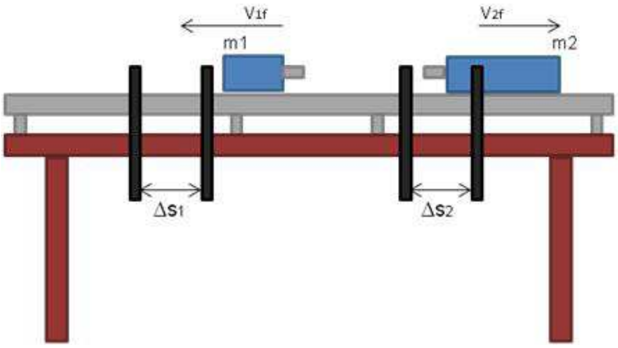
2) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=0.1312kg e m_2 = 0.25635kg)

Prima:



Dopo aver settato il cronometro, inizia la prova. Prima dell'urto il carrello di massa m_1 è in moto da sinistra mentre il carrello di massa m_2 è fermo al centro della rotaia.

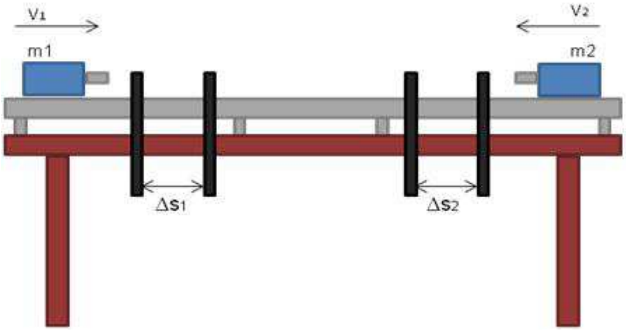
Dopo:



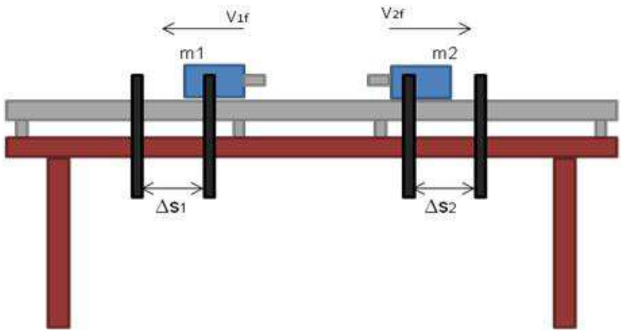
Dopo l'urto il carrello di massa m_1 è in moto verso sinistra mentre il carrello di massa m_2 è in moto verso destra.

3) m_1 DA SINISTRA E m_2 DA DESTRA (dove m_1=m_2=0.1312kg)

Prima:



Dopo aver settato il cronometro, inizia la prova. In questo caso i carrelli vengono messi in moto da due forze diverse (in quanto sono due persone diverse a metterli in moto), di conseguenza si urteranno con velocità diverse. Prima dell'urto il carrello di massa m_1 è in moto da sinistra mentre il carrello di massa m_2 è in moto da destra.



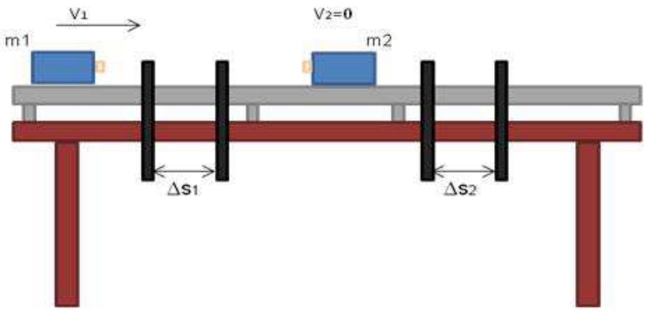
Dopo:

Dopo l'urto il carrello di massa m_1 è in moto verso sinistra mentre il carrello di massa m_2 è in moto verso destra.

URTI ANELASTICI:

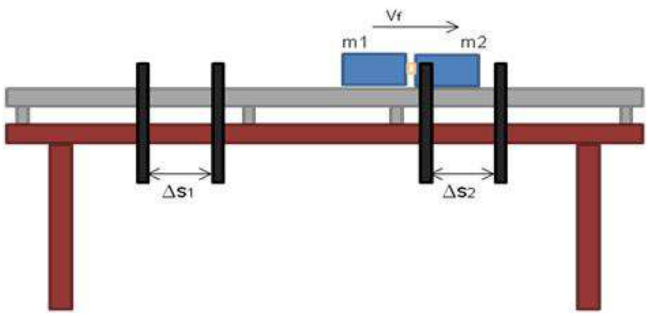
4) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1226kg)

Prima:



Questo è un urto anelastico, dove al posto delle molle vengono utilizzate delle strisce di scotch biadesivo, in modo da permettere ai due carrelli di rimanere agganciati e proseguire insieme. Anche in questo caso è importante non imprimere una forte spinta al carrello in quanto c'è la possibilità che non rimanga agganciato all'altro carrello. Dopo aver settato il cronometro, inizia la prova. Prima dell'urto il carrello di massa m_1 è in moto da sinistra, mentre il carrello di massa m_2 è fermo al centro.

Dopo:



Dopo l'urto i carrelli proseguono agganciati alla stessa velocità verso destra.

APPLICAZIONE DELLE LEGGI NEI SINGOLI CASI:

URTI ELASTICI:

1) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1312kg)

Quantità di moto :

$$m_1 \times v_{1i} = m_2 \times v_{2f}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^{\ 2} = \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^{\ 2}$$

2) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=0.1312kg e m_2 = 0.25635kg)

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} = -m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^{\ 2} = -\frac{1}{2} m_1 v_{1f}^{\ 2} + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^{\ 2}$$

3) m_1 DA SINISTRA E m_2 DA DESTRA (dove m_1=m_2=0.1312kg)

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} - m_2 \times v_{2i} = -m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^{\ 2} - \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^{\ 2} = -\frac{1}{2} m_1 v_{1f}^{\ 2} + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^{\ 2}$$

URTI ANELASTICI:

4) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1226kg)

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} = (m_1 + m_2) \times V$$

TABELLE:

NOTA: i calcoli riferiti alle seguenti tabelle, sono riportati dopo, in quanto queste ultime sono state utilizzate anche nella rilevazione dei dati.

URTI ELASTICI:

1)

URTO ELASTICO							Prova N.	1	Annotazioni		
SITUAZIONE INIZIALE		1							Nelle colonne "Dir",a destra di D1..D6, indicare con una piccola freccia il verso di transito del carrello (destra o sinistra).		
m1 DA SINISTRA E m2 FERMO AL CENTRO											
m1 (Kg)	m2 (Kg)	Display SX			Display DX			Quantità di moto		Energia Cinetica	
			Dir.	Tempo(s)		Dir.	Tempo(s)	Pi(Kg.m/s)	Pf(Kg.m/s)	Ki(J)	Kf(J)
0.1312	0.1312	D1	→	0.21	D4	→	0.25	0.125	0.105	0.059	0.042
		D2			D5						
		D3			D6						

2)

URTO ELASTICO		Prova N.	2	Annotazioni
SITUAZIONE INIZIALE	1			Nelle colonne **"Dir"**,a destra di **D1..D6**, indicare con una **piccola freccia** il verso di transito del carrello (destra o sinistra).
m1 DA SINISTRA E m2 FERMO AL CENTRO				

m1 (Kg)	m2 (Kg)	Display SX			Display DX			Quantità di moto		Energia Cinetica	
			Dir.	Tempo(s)		Dir.	Tempo(s)	Pi(Kg.m/s)	Pf(Kg.m/s)	Ki(J)	Kf(J)
0.1312	0.2563	D1	→	0.26	D4	→	0.42	0.101	0.095	0.039	0.026
		D2	←	0.93	D5						
		D3			D6						

3)

URTO ELASTICO		Prova N.	3	Annotazioni
SITUAZIONE INIZIALE	2			Nelle colonne **"Dir"**,a destra di **D1..D6**, indicare con una **piccola freccia** il verso di transito del carrello (destra o sinistra).
m1 DA SINISTRA E m2 DA DESTRA				

m1 (Kg)	m2 (Kg)	Displ. Sx			Displ Dx			Quantità di moto		Energia Cinetica	
			Dir.	Tempo (s)		Dir.	Tempo (s)	Pi(Kg.m/s)	Pf(Kg.m/s)	Ki(J)	Kf(J)
0.1312	0.1312	D1	→	0.23	D4	←	0.31	0.029	0.013	0.022	0.0064
		D2	←	0.5	D5	→	0.4				
		D3			D6						

URTI ANELASTICI:

4)

URTO ANELASTICO		Prova N.	4	Annotazioni
SITUAZIONE INIZIALE	5			Nelle colonne **"Dir"**,a destra di **D1..D6**, indicare con una **piccola freccia** il verso di transito del carrello (destra o sinistra).
m1 DA SINISTRA E m2 FERMO AL CENTRO				

m1 (Kg)	m2 (Kg)	Display SX			Display DX			Quantità di moto		Energia cinetica	
			Dir.	Tempo(s)		Dir.	Tempo(s)	Pi(Kg.m/s)	Pf(Kg.m/s)	Ki(J)	Kf(J)
0.1226	0.1226	D1	→	0.27	D4	→	0.73	0.091	0.067	0.033	0.009
		D2			D5						
		D3			D6						

CALCOLI E TABELLE DI CALCOLO:

Inizialmente si procede con il calcolo delle velocità. La velocità si ricava della legge del moto rettilineo uniforme:

$$s = v \times t \quad \rightarrow \quad v = \frac{s}{t}$$

Sappiamo che Δs ha un valore fisso per tutta la prova:

$$\Delta s_1 = \Delta s_2 = 0.2m$$

URTI ELASTICI:

1) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1312kg)

La velocità iniziale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1i} = \frac{0.2m}{0.21s} = 0.952\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale del carrello di massa m_2 è:

$$V_{2f} = \frac{0.2m}{0.25s} = 0.8\ \frac{m}{s}$$

Ora si può procedere con il calcolo della quantità di moto iniziale:

$$P_i = m_1 \times\ V_{1i} = 0.1312\ kg\ \ \times 0.952\ \frac{m}{s} = 0.125\ kg \times\ \frac{m}{s}$$

Mentre la quantità di moto finale è:

$$P_f = m_2 \times\ V_{2f} = 0.1312\ kg\ \ \times 0.8\ \frac{m}{s} = 0.105\ kg \times\ \frac{m}{s}$$

L'energia cinetica iniziale è:

$$K_i = \frac{1}{2} \times\ m_1 \times\ V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times\ 0.1312\ kg\ \ \times \left(0.952\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.059\ J$$

L'energia cinetica finale è:

$$K_f = \frac{1}{2} \times\ m_2 \times\ V_{2f}^2 = \frac{1}{2} \times\ 0.1312\ kg\ \ \times \left(0.8\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.042\ J$$

Prova N°	m_1 (kg)	m_2 (kg)	V_{1i} (m/s)	V_{2f} (m/s)	P_i $(kg \times \frac{m}{s})$	P_f $(kg \times \frac{m}{s})$	K_i (J)	K_f (J)
1	0.1312	0.1312	0.952	0.8	0.125	0.105	0.059	0.042

Variante della prova 1:

2) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=0.1312kg e m_2 = 0.25635kg)

La velocità iniziale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1i} = \frac{0.2m}{0.26s} = 0.769\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1f} = \frac{0.2m}{0.93s} = 0.215\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale del carrello di massa m_2 è:

$$V_{2f} = \frac{0.2m}{0.42s} = 0.476\ \frac{m}{s}$$

Ora si può procedere con il calcolo della quantità di moto iniziale:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} = 0.1312\ kg\ \times 0.769\ \frac{m}{s} = 0.101\ kg \times \frac{m}{s}$$

Mentre la quantità di moto finale è:

$$P_f = m_2 \times V_{2f} - m_1 \times V_{1f} = 0.25635\ kg\ \times 0.476\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times 0.215\ \frac{m}{s} = 0.095\ kg \times \frac{m}{s}$$

L'energia cinetica iniziale è:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.769\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.039\ J$$

L'energia cinetica finale è:

$$K_f = \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 = \frac{1}{2} \times 0.25635\ kg\ \times \left(0.476\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.215 \frac{m}{s}\right)^2 = 0.026\ J$$

Prova N°	m_1 (kg)	m_2 (kg)	V_{1i} (m/s)	V_{1f} (m/s)	V_{2f} (m/s)	P_i $(kg \times \frac{m}{s})$	P_f $(kg \times \frac{m}{s})$	K_i (J)	K_f (J)
2	0.1312	0.25635	0.769	0.215	0.476	0.101	0.095	0.039	0.026

3) m_1 DA SINISTRA E m_2 DA DESTRA (dove m_1=m_2=0.1312kg)

La velocità iniziale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1i} = \frac{0.2m}{0.23s} = 0.869\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1f} = \frac{0.2m}{0.5s} = 0.4\ \frac{m}{s}$$

La velocità iniziale del carrello di massa m_2 è:

$$V_{2i} = \frac{0.2m}{0.31s} = 0.645\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale del carrello di massa m_2 è:

$$V_{2f} = \frac{0.2m}{0.4s} = 0.5\ \frac{m}{s}$$

Ora si può procedere con il calcolo della quantità di moto iniziale:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} - m_2 \times V_{2i} = 0.1312\ kg\ \times 0.869\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times \frac{m}{s} 0.645 = 0.029\ kg \times \frac{m}{s}$$

Mentre la quantità di moto finale è:

$$P_f = m_2 \times V_{2f} - m_1 \times V_{1f} = 0.1312\ kg\ \times 0.5\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times 0.4\ \frac{m}{s} = 0.013\ kg \times \frac{m}{s}$$

L'energia cinetica iniziale è:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2i}^2 =$$
$$= \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.869\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.645\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.022\ J$$

L'energia cinetica finale è:

$$K_f = \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 =$$
$$= \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.5\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.4 \frac{m}{s}\right)^2 = 0.006\ J$$

Prova N°	m_1 (kg)	m_2 (kg)	V_{1i} (m/s)	V_{1f} (m/s)	V_{2i} (m/s)	V_{2f} (m/s)	P_i $(kg \times \frac{m}{s})$	P_f $(kg \times \frac{m}{s})$	K_i (J)	K_f (J)
3	0.1312	0.1312	0.869	0.4	0.645	0.5	0.029	0.013	0.022	0.006

URTI ANELASTICI:

4) m_1 DA SINISTRA E m_2 FERMO AL CENTRO (dove m_1=m_2=0.1226kg)

La velocità iniziale del carrello di massa m_1 è:

$$V_{1i} = \frac{0.2m}{0.27s} = 0.741\ \frac{m}{s}$$

La velocità finale dei due carrelli è:

$$V_f = \frac{0.2m}{0.73s} = 0.274\ \frac{m}{s}$$

Ora si può procedere con il calcolo della quantità di moto iniziale:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} = 0.1226\ kg\ \times 0.741\ \frac{m}{s} = 0.091\ kg \times \frac{m}{s}$$

Mentre la quantità di moto finale è:

$$P_f = (m_1 + m_2) \times V_f = 0.2452\ kg\ \times 0.274\ \frac{m}{s} = 0.067\ kg \times \frac{m}{s}$$

L'energia cinetica iniziale è:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1226\ kg\ \times \left(0.741\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.033\ J$$

L'energia cinetica finale è:

$$K_f = \frac{1}{2} \times (m_1 + m_2) \times V_f^2 = \frac{1}{2} \times 0.2452\ kg\ \times \left(0.274\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.009\ J$$

Prova N°	m_1 (kg)	m_2 (kg)	V_{1i} (m/s)	V_f (m/s)	P_i $(kg \times \frac{m}{s})$	P_f $(kg \times \frac{m}{s})$	K_i (J)	K_f (J)
4	0.1226	0.1226	0.741	0.274	0.091	0.067	0.033	0.009

CONCLUSIONI:

In questa esperienza la rotaia a cuscino d'aria ci ha consentito di riprodurre un sistema conservativo, in modo tale da poter effettuare uno studio approfondito sugli urti elastici e anelastici. Partiamo dalla definizione di urto. Come introdotto nella sezione richiami teorici, "*L'urto è il termine fisico con cui si identifica una collisione che avviene tra due o più corpi rigidi nello spazio".* Nel nostro caso i carrelli si urtano a velocità costante, e in questo modo possiamo analizzare e studiare diversi casi. Verificheremo che negli urti elastici si conserva sia l'energia cinetica che la quantità di moto, mentre negli urti anelastici si conserva solo la quantità di moto. Bisogna precisare che questi urti sono unidimensionali, avvengono in linea retta, e di conseguenza i vettori che rappresentano i parametri cha andiamo a verificare, si sommano.

Definiamo la quantità di moto: "*la quantità di moto, detta anche momento lineare, è una grandezza vettoriale che misura la capacità di un corpo di modificare il movimento di altri corpi con cui interagisce"* ed è uguale al prodotto della massa del corpo per la sua velocità:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$$

Quando la forza esterna che agisce sul corpo o sistema è nulla, la quantità di moto totale del sistema rimane invariata:

$$P_i = P_f$$

Se il sistema è isolato, la quantità di moto si conserva anche con l'urto di due corpi. Questo è il principio di conservazione della quantità di moto:

$$P_{1,i} + P_{2,i} = P_{1,f} + P_{2,f}$$

Quindi da questa legge si ha che:

$$\times v_{2i} = m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Mentre "*l'energia cinetica è l'energia posseduta da un corpo a causa del suo movimento. Corrisponde al lavoro che si deve compiere su un corpo di massa m, inizialmente fermo, per portarlo ad una certa velocità"*. L'energia cinetica quindi è associata alla massa e alla velocità di un corpo in movimento:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

In un urto elastico l'energia di ciascun corpo coinvolto può variare, ma l'energia cinetica totale rimane costante, quindi in un caso generico di urto tra due corpi, si ha che:

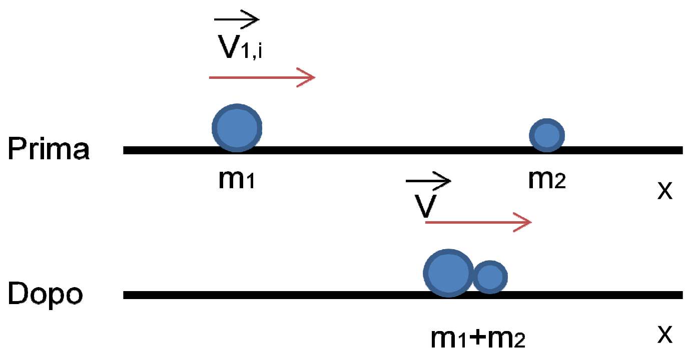
$$+ K_{2,i} = K_{1,f} + K_{2,f}$$

Da cui:

$$v_{2i}{}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}{}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}{}^2$$

Sapendo questo, si può procedere con lo studio dei casi generici di urti elastici e anelastici, che ci serviranno in seguito per analizzare le nostre prove.

Un generico urto completamente anelastico, è quello tra un corpo in moto a velocità costante, e uno fermo. Essendo anelastico i corpi proseguono agganciati:



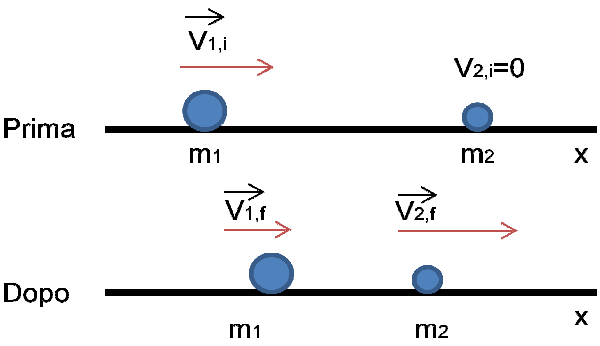
Quindi dal principio di conservazione della quantità di moto abbiamo che:

$$\times v_{1i} = (m_1 + m_2) \times V$$

Da cui ad esempio è possibile ricavare V:

$$V = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times v_{1i}$$

Mentre un generico urto elastico con bersaglio fisso è:



Quindi dal principio di conservazione della quantità di moto abbiamo che:

$$v_{1i} = m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Mentre l'energia cinetica è:

$${}_i^{\,2} = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^{\ 2} + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^{\ 2}$$

Quindi in un urto come questo è possibile tramite queste leggi ricavare ad esempio le velocità finali dei due corpi che si urtano.

Dopo questa introduzione si può passare all'osservazione degli urti nella nostra prova.
L'esperienza si può considerare divisa in due fasi: nella prima abbiamo analizzato e osservato urti elastici, nella seconda gli urti anelastici. Dopo aver preso tutti gli accorgimenti necessari è iniziata la prova. Il primo è stato un urto elastico tra due corpi di massa uguale. Le masse rispettive sono m_1 e m_2 dove il corpo di massa m_1 era in moto verso il corpo di massa m_2 fermo al centro della rotaia. Con l'urto vediamo che il carrello di massa m_1 si ferma, mentre il carrello di massa m_2 si mette in moto nel verso considerato positivo.
Teoricamente il secondo carrello avrebbe dovuto avere la stessa velocità iniziale del primo carrello, cioè:

$${}_f = 0 \quad e \quad v_{2f} = v_{1i}$$

Ma nel nostro dai calcoli le velocità sono risultate di:

$$v_{2f} = 0.8 m/s \quad e \quad v_{1i} = 0.952 m/s$$

Da qui è stato possibile calcolare la quantità di moto e l'energia cinetica. Il principi applicati in questo urto sono:

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} = m_2 \times v_{2f}$$

Che dai calcoli è risultata di:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} = 0.1312\ kg\ \times 0.952\ \frac{m}{s} = 0.125\ kg \times \frac{m}{s}$$

$$P_f = m_2 \times V_{2f} = 0.1312\ kg\ \times 0.8\ \frac{m}{s} = 0.105\ kg \times \frac{m}{s}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}{}^2 = \frac{1}{2} m_2 v_{2f}{}^2$$

Dai calcoli:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times\ 0.1312\ kg\ \times \left(0.952\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.059\ J$$

$$K_f = \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 = \frac{1}{2} \times\ 0.1312\ kg\ \times \left(0.8\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.042\ J$$

Quindi dai calcoli effettuati risulta che la quantità di moto e l'energia cinetica del sistema non sono rimasti costanti. Questo può essere dato dal fatto che con l'urto si dissipa un po' di energia sottoforma ad esempio di calore.

Il secondo è stato un urto elastico tra due corpi rispettivamente di massa m_1 e massa m_2 dove il corpo di massa m_1 era in moto verso il corpo di massa m_2 fermo al centro della rotaia. Questa è la variante del primo urto, solo che la massa m_2 è circa il doppio della massa m_1. Con l'urto vediamo che il carrello di massa m_1 non si ferma come l'urto precedente, ma è in moto. Soltanto che il verso del moto è opposto a quello iniziale. Mentre il carrello di massa m_2 si mette in moto nel verso positivo. Si è proceduto con il calcolo delle velocità per verificare le leggi conservative.

Nel nostro dai calcoli le velocità sono risultate di:

$$v_{1i} = 0.769 m/s \quad e \quad v_{2f} = 0.476 m/s \quad e \quad v_f = 0.215 m/s$$

Da qui è stato possibile calcolare la quantità di moto e l'energia cinetica. Il principi applicati in questo urto sono:

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} = -m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Che dai calcoli è risultata di:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} = 0.1312\ kg\ \times 0.769\ \frac{m}{s} = 0.101\ kg \times \frac{m}{s}$$

$$P_f = m_2 \times V_{2f} - m_1 \times V_{1f} = 0.25635\ kg\ \times 0.476\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times 0.215\ \frac{m}{s} = 0.095\ kg \times \frac{m}{s}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 {v_{1i}}^2 = -\frac{1}{2} m_1 {v_{1f}}^2 + \frac{1}{2} m_2 {v_{2f}}^2$$

Dai calcoli:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.769\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.039\ J$$

$$K_f = \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 == \frac{1}{2} \times 0.25635\ kg\ \times \left(0.476\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg\ \times \left(0.215 \frac{m}{s}\right)^2 = 0.026\ J$$

Quindi dai calcoli effettuati risulta che la quantità di moto e l'energia cinetica del sistema non sono rimasti costanti. Questo può essere dato dal fatto che con l'urto si dissipa un po' di energia sottoforma ad esempio di calore.

Il terzo è stato un urto elastico tra due corpi di massa uguale. Le masse rispettive sono m_1 e m_2 e i carrelli erano entrambi in moto,e in verso opposto. Con l'urto vediamo che i carrelli sono entrambi in moto, ma ognuno di essi si muove in verso opposto a quello che aveva prima dell'urto. Si è proceduto con il calcolo delle velocità per verificare le leggi conservative.

Nel nostro dai calcoli le velocità sono risultate di:

$$v_{1i} = 0.869 m/s \quad e \quad v_{if} = 0.4 m/s$$

$$v_{2i} = 0.645 m/s \quad e \quad v_{2f=} 0.5 m/s$$

Da qui è stato possibile calcolare la quantità di moto e l'energia cinetica. Il principi applicati in questo urto sono:

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} - m_2 \times v_{2i} = -m_1 \times v_{1f} + m_2 \times v_{2f}$$

Che dai calcoli è risultata di:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} - m_2 \times V_{2i} = 0.1312\ kg\ \times 0.869\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times \frac{m}{s} 0.645 = 0.029\ kg \times \frac{m}{s}$$

$$P_f = m_2 \times V_{2f} - m_1 \times V_{1f} = 0.1312\ kg\ \times 0.5\ \frac{m}{s} - 0.1312\ kg\ \times 0.4\ \frac{m}{s} = 0.013\ kg \times \frac{m}{s}$$

Energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m_1 {v_{1i}}^2 - \frac{1}{2} m_2 {v_{2i}}^2 = -\frac{1}{2} m_1 {v_{1f}}^2 + \frac{1}{2} m_2 {v_{2f}}^2$$

Dai calcoli:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2i}^2 == \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg \times \left(0.869\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg \times \left(0.645\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.022\ J$$

$$K_f = \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 - \frac{1}{2} \times m_2 \times V_{2f}^2 == \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg \times \left(0.5\ \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 0.1312\ kg \times \left(0.4 \frac{m}{s}\right)^2 = 0.006\ J$$

Quindi dai calcoli effettuati risulta che la quantità di moto e l’energia cinetica del sistema non sono rimasti costanti. C’è una perdita abbastanza accentuata sia di energia cinetica che di quantità di moto. Questa perdita si provoca con l’urto, in quanto i carrelli si sollevano leggermente. Questa perdita si può ridurre con uno scontro a velocità inferiori.

Il quarto è stato un urto anelastico tra due corpi di massa uguale. Le masse rispettive sono m_1 e m_2 dove il corpo di massa m_1 era in moto verso il corpo di massa m_2 fermo al centro della rotaia. Con l’urto vediamo che i due carrelli proseguono agganciati e il verso del moto è positivo. Essendo agganciati proseguono alla stessa velocità. Dai calcoli è risultato che:

$$v_{1i} = 0.741 m/s \quad e \quad v_f = 0.274 m/s$$

Da qui è stato possibile calcolare la quantità di moto e l’energia cinetica. Il principi applicati in questo urto sono:

Quantità di moto:

$$m_1 \times v_{1i} = (m_1 + m_2) \times V_f$$

Che dai calcoli è risultata di:

$$P_i = m_1 \times V_{1i} = 0.1226\ kg \times 0.741\ \frac{m}{s} = 0.091\ kg \times \frac{m}{s}$$

$$P_f = (m_1 + m_2) \times V_f = 0.2452\ kg \times 0.274\ \frac{m}{s} = 0.067\ kg \times \frac{m}{s}$$

Abbiamo calcolato anche l’energia cinetica in questo urto.

Dai calcoli:

$$K_i = \frac{1}{2} \times m_1 \times V_{1i}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1226\ kg \times \left(0.741\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.033\ J$$

$$K_f = \frac{1}{2} \times (m_1 + m_2) \times V_f^2 = \frac{1}{2} \times 0.2452\ kg \times \left(0.274\ \frac{m}{s}\right)^2 = 0.009\ J$$

Quindi dai calcoli effettuati risulta che la quantità di moto non è rimasta del tutto costante. C’è una perdita abbastanza accentuata di quantità di moto. Questa perdita si provoca con l’urto, in quanto i carrelli si agganciano mediante lo scotch biadesivo. Questa perdita si può ridurre con uno scontro a velocità inferiori. Abbiamo calcolato anche l’energia cinetica, e abbiamo visto che c’è stata un elevata perdita di energia. Questo può in larga scala dimostrare che in un urto anelastico, l’energia cinetica non si conserva. Concludendo possiamo dire che anche con qualche errore siamo riusciti a verificare i principi di conservazione di energia cinetica e quantità di moto negli urti elastici, e abbiamo verificato il principio di conservazione della quantità di moto negli urti anelastici.

Mario Nanni