

Liceo Scientifico "L. Cremona" - Milano.		Classe: _____
VERIFICA DI FISICA. Principi di conservazione.		Docente: M. Saita
Cognome:	Nome:	Marzo 2016

*Rispondere per iscritto ai seguenti quesiti sul foglio protocollo.*

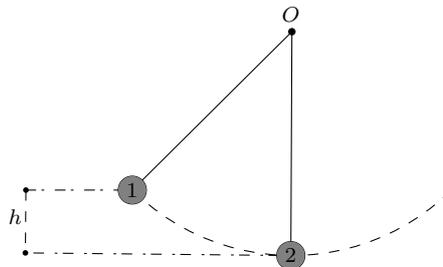
*Tempo della prova: 60 minuti.<sup>1</sup>*

**Esercizio 1.** Un carrello di massa 2 kg si muove, senza attriti, lungo una rotaia orizzontale con velocità 10 m/s. Esso urta un carrello fermo di massa 20 kg e dopo l'urto i due carrelli rimangono uniti insieme. Trovare

1. il vettore velocità (direzione, intensità e verso) dei due carrelli dopo l'urto;
2. il modulo dell'impulso esercitato da un carrello sull'altro durante l'urto.

**Esercizio 2.** Le due sfere del pendolo di Newton rappresentato in figura hanno entrambe massa pari a 0,5 kg. La sfera 1, inizialmente trattenuta a un'altezza  $h = 20$  cm, viene lasciata cadere. Supposto che l'urto tra le due sfere sia elastico, determinare

1. la velocità della sfera 1 immediatamente prima dell'urto;
2. le velocità delle due sfere subito dopo l'urto.
3. l'altezza massima raggiunta dalla sfera 2 dopo l'urto.

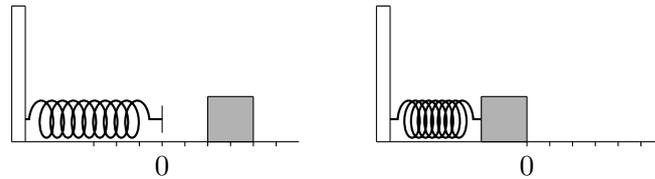


**Figura 1:**

**Esercizio 3.** Un blocco di massa  $M = 1$  kg si muove con velocità costante  $v_0 = 5$  m/s. Esso comprime una molla di costante elastica  $k = 300$  N/m.

1. Qual è la massima compressione della molla?
2. Quanto tempo trascorre tra l'istante dell'urto e la massima compressione raggiunta dalla molla?

<sup>1</sup>File tex: verifica04\_principi\_di\_conservazione\_2016\_3e.tex



**Figura 2:** Il blocco di massa  $M$  si muove con velocità costante verso una molla ancorata alla parete.

**Esercizio 4.** Un blocco di massa  $0,70\text{ kg}$  è agganciato a una molla ideale di costante elastica  $90\text{ N/m}$ ; esso oscilla, senza attriti, su una superficie orizzontale. Quando la molla risulta più lunga di  $3,0\text{ cm}$  rispetto alla sua posizione di equilibrio, la velocità del blocco è  $v_1 = 0,80\text{ m/s}$ . Determinare la massima velocità raggiunta dal blocco durante il suo moto oscillatorio.

**Esercizio 5.** Un blocco di legno, di massa  $10\text{ kg}$  è appeso al soffitto per mezzo di una funa. Un proiettile di massa  $5\text{ g}$  viene sparato orizzontalmente rispetto alla linea di terra. Esso colpisce e penetra nel blocco che oscilla descrivendo un arco di circonferenza. Sapendo che il blocco e il proiettile salgono di  $4\text{ mm}$  rispetto alla sua posizione più bassa, determinare

1. l'energia cinetica del blocco nel punto più basso della sua oscillazione;
2. la velocità con cui è stato sparato il proiettile.

## Soluzioni

### Esercizio 1.

1. La quantità di moto del sistema prima dell'urto è  $P_0 = m v_0 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kg (m/s)}$ ; dopo l'urto è  $P_1 = 22 \cdot v_1$ . Poichè la quantità di moto si conserva si ha:  $P_0 = P_1$ , ossia  $20 = 22 \cdot v_1$ . La velocità dei due carrelli dopo l'urto è  $v_1 = 0,91 \text{ m/s}$ .
2. L'impulso è dato da  $F \Delta t = \Delta P$ , dove  $\Delta t$  indica la durata dell'urto. Quindi l'impulso esercitato da un carrello sull'altro, è la variazione di quantità di moto subita da uno dei due carrelli durante l'urto. Per esempio, per il carrello di massa  $M = 20 \text{ kg}$ , si ottiene

$$F \Delta t = \Delta P = P_1 - P_0 = 2 \text{ kg (m/s)} \cdot 0,91 \text{ m/s} = 18,2 \text{ kg (m/s)} \quad (0.1)$$

Ovviamente la variazione di quantità di moto subita dal carrello di massa  $m = 2 \text{ kg}$  è uguale e opposta a quella trovata in (0.1).

### Esercizio 2.

1. L'energia meccanica della sfera 1 quando è trattenuta all'altezza di  $20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$  è tutta potenziale, ovvero

$$E' = mgh = 0,5 \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1 \text{ J}$$

mentre subito prima dell'urto è tutta cinetica

$$E'' = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot v^2$$

Poichè l'energia meccanica si conserva ( $E' = E''$ ) si ottiene  $1 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot v^2$ . Quindi la velocità della sfera 1 immediatamente prima dell'urto è  $v = 2 \text{ m/s}$

2. Essendo l'urto elastico si conserva l'energia cinetica e la quantità di moto. Indicata con  $v$  la velocità della sfera 1 prima dell'urto e con  $v_1, v_2$  le velocità delle due sfere subito dopo l'urto si ottiene

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 & = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2 \\ m \cdot v & = m v_1 + m v_2 \end{cases}$$

L'unica soluzione accettabile del sistema è  $v_1 = 0, v_2 = 2 \text{ m/s}$ . Ovvero le due sfere si 'scambiano le velocità'.

3. Applicando il principio di conservazione dell'energia alla sfera 2 dopo l'urto si ricava immediatamente che essa risale fino all'altezza di  $0,2 \text{ m}$ , la medesima da cui era partita la sfera 1.

### Esercizio 3.

1. L'energia meccanica del sistema 'blocco-molla' prima dell'urto è  $E' = \frac{1}{2} m v_0^2$  mentre l'energia meccanica del medesimo sistema nell'istante di massima compressione della molla è  $E'' = \frac{1}{2} k x^2$ , dove  $x$  indica il tratto del quale si è compressa la molla. Per il principio di conservazione dell'energia meccanica deve essere  $E' = E''$ , ossia  $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} k x^2$ . Esplicitando l'ultima uguaglianza rispetto a  $x$  si ricava:

$$x = 0,29 \text{ m} = 29 \text{ cm}$$

2. Il periodo di oscillazione del blocco è  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ . Quindi, l'intervallo di tempo richiesto è

$$\Delta t = \frac{1}{4} T = 0,09 \text{ s}$$

#### Esercizio 4.

Quando la molla è allungata di un tratto pari a  $x$  rispetto alla sua posizione di equilibrio l'energia meccanica del sistema è

$$E' = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

Nella posizione corrispondente a  $x = 0,03 \text{ m}$  si ottiene:

$$E' = \frac{1}{2} \cdot 0,70 \cdot (0,80)^2 + \frac{1}{2} \cdot 90 \cdot (0,03)^2 = 0,26 \text{ J}$$

Il blocco raggiunge la velocità massima in  $x = 0$  e in questa configurazione l'energia meccanica del sistema è

$$E'' = \frac{1}{2} \cdot 0,70 \cdot v_{\max}^2 + \frac{1}{2} \cdot 90 \cdot (0)^2$$

Ponendo  $E' = E''$  si ottiene:

$$\frac{1}{2} 0,70 v_{\max}^2 = 0,26$$

ossia

$$v = 0,87 \text{ m/s}$$

#### Esercizio 5.

1. Da  $(M+m)gh = \frac{1}{2}(M+m)v^2$  si ottiene che l'energia cinetica del sistema nel punto più basso della sua oscillazione è  $K = (M+m)gh = 10,005 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,004 \text{ m} = 0,39 \text{ J}$ .
2. L'energia meccanica del sistema prima dell'urto è

$$E_0 = \frac{1}{2} m v_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,005 \cdot v_p^2 \tag{0.2}$$

mentre nell'istante in cui il blocco raggiunge la massima altezza  $h$  l'energia meccanica vale

$$E_1 = \frac{1}{2} (M + m) 0^2 + (M + m) g h = \frac{1}{2} \cdot (10,005) \cdot 9,81 \cdot 0,004 \quad (0.3)$$

Posto  $E_0 = E_1$  si ricava

$$\frac{1}{2} \cdot 0,005 \cdot v_p^2 = (10,005) \cdot 9,81 \cdot 0,004 \quad (0.4)$$

ossia  $v_p = 12,53 \text{ m/s}$ .