

OPTIKA[®]

S C I E N C E
I T A L Y

Guida didattica / Teaching guide
Guía didáctica

Ver. 1.0.2

Cod. 5370



OPTIKA S.R.L.

VIA RIGLA, 30 – 24010 PONTERANICA (BERGAMO) – Italia
Tel. ++39 035 571392 Fax ++39 035 571435

www.optikascience.com

info@optikascience.com



IL CANNONE MAGNETICO

CONTENUTO DELLA CONFEZIONE

Un cannone magnetico
 Otto sfere in acciaio diam. 20 mm
 Due sfere in acciaio diam. 16 mm
 Riduzione per sfere diam. 16 mm
 Un contenitore con tappo

INTRODUZIONE

Il cannone magnetico è un modello meccanico che permette di esplorare in modo semplice ed intuitivo, senza alcun calcolo, concetti quali energia di configurazione, sistemi esotermici, reazioni reversibili. È inoltre un esercizio utilissimo di analisi e comprensione di un sistema meccanico, sulla base di considerazioni riguardanti bilanci energetici e di simmetria anziché dettagli analitici o matematici.

L'ESPERIMENTO

Predisponi i magneti e le sfere metalliche diametro 20 mm secondo lo schema in Fig. 1.

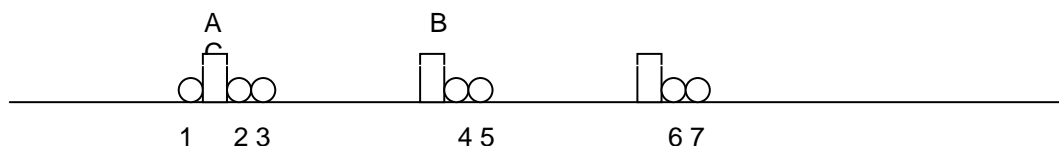


Fig. 1

Allontana la sfera numero 1 dal magnete A fin che essa non sente più l'attrazione dal magnete. Lanciala quindi verso il magnete con una piccola velocità. Considereremo quale configurazione iniziale dell'esperimento la situazione in Fig. 2.

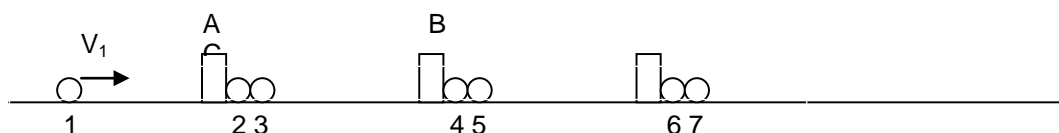


Fig. 2

La sfera viene attratta dal magnete, e cade su di esso. Per propagazione di un'onda d'urto attraverso il magnete A e la sfera 2, l'energia cinetica della sfera 1 viene trasferita alla sfera 3. Ma, a causa dell'interposizione della sfera 2, l'energia necessaria alla sfera 3 per sfuggire all'attrazione del magnete A è minore dell'energia ad essa trasferita durante l'urto (trascurando le perdite per dissipazione nei materiali attraversati dall'onda). La sfera sfugge quindi dal magnete A con un'energia cinetica residua ed una velocità $V_2 \gg V_1$, ed acquisisce ulteriore energia venendo attratta dal magnete B. Essa quindi impatta violentemente contro il magnete B. Per un analogo meccanismo, la sfera 5 viene proiettata verso il magnete C, e la sfera 7 viene espulsa dal cannone a grande velocità. La configurazione finale delle sfere è riportata in Fig. 3.



Fig. 3

L'INTERPRETAZIONE

Si porti l'allievo ad osservare che il sistema è costituito dai 3 elementi in Fig. 4 (sfera 1, cannone, sfera 7). Durante l'esperimento non è cambiata né la massa della sfera 1, né la massa del cannone, né la massa della sfera 7. Ma la velocità iniziale della sfera 7 (e quindi la sua energia cinetica) è molto maggiore della velocità finale della sfera 1, e la velocità del cannone (e quindi la sua energia cinetica) è nulla sia all'inizio sia alla fine dell'esperimento. Sappiamo che l'energia si conserva, ed abbiamo un esperimento in cui l'energia totale finale è maggiore dell'energia totale iniziale! Ma allora, da dove viene l'energia in eccesso?

(Nota: rigorosamente, si ha un piccolo rinculo, assorbito dal piano di appoggio del cannone, e si conserva la quantità di moto. La correzione all'energia dopo l'esperimento è trascurabile).

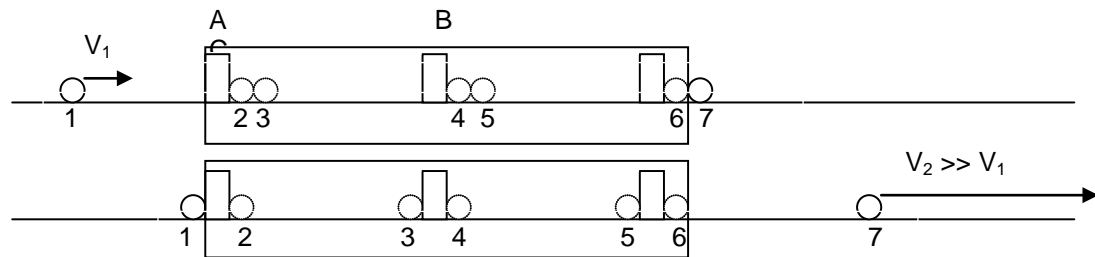


Fig. 4

Per rispondere, si osservi il cannone all'inizio ed alla fine dell'esperimento. La *configurazione* iniziale e quella finale delle sfere non sono le stesse! Si può intuire come esista un "contenuto di energia" differente tra la configurazione iniziale del cannone, ad energia più alta, e la configurazione finale, ad energia più bassa. La differenza tra le due energie può rendere conto della differenza tra le energie cinetiche della sfera 1 e della sfera 7.

Come possiamo rendere più convincente e "tangibile" tale differenza di energia? Riporta la sfera 5 e la sfera 3 nella configurazione iniziale. Per fare ciò, si deve necessariamente effettuare lavoro contro il campo magnetico. Per ricostruire la configurazione iniziale del cannone partendo dalla configurazione finale, dobbiamo quindi spendere energia. Si può così giustificare il contenuto energetico maggiore nella configurazione iniziale rispetto alla finale.

Osserviamo infine come, nonostante i differenti contenuti energetici, *entrambe* le configurazioni siano *stabili*, e stabili rimangano fino a che non interviene un ulteriore apporto di energia (l'urto della prima sfera), che fa passare dalla configurazione iniziale a quella finale con liberazione di ulteriore energia. L'esperimento è, a tutti gli effetti, un esempio di *reazione esotermica*.

Si potrebbe inoltre utilizzare la sfera in uscita dal cannone per avviare un secondo cannone, creando così una *reazione a catena*.

In natura, si trovano esempi analoghi?

Consideriamo una miscela di idrogeno ed ossigeno nelle giuste proporzioni (la configurazione iniziale). I due gas coesistono. Se riscaldiamo la miscela oltre il punto di ignizione (fornendo un apporto iniziale di energia), l'idrogeno e l'ossigeno reagiscono, formando acqua (la configurazione finale). Nella reazione, si libera ulteriore calore (l'energia in eccesso). In linea generale, questa descrizione è valida per qualunque *reazione esotermica*.

Qualche aggiunta all'esperimento

Si provi ad utilizzare in uscita al cannone (sfera 7), sfere di diametro 20 mm e di diametro 16 mm. Si osservi come le sfere di diametro 16 mm sono molto più veloci delle sfere di diametro 20 mm. Esse infatti, avendo massa inferiore hanno, a parità di energia cinetica trasferita dal cannone, velocità più elevate.



THE MAGNETIC GUN

KIT COMPONENTS

1 magnetic gun
 8 steel balls - diameter 20 mm
 2 steel balls - diameter 16 mm
 Reduction for ball diameter 16 mm
 1 container with cap

ABSTRACT

The magnetic gun is a mechanical model that allows you to explore in a simple and intuitive way, without any calculation, concepts such as energy configuration, exothermic systems and reversible reactions. It is also a very useful exercise to understand mechanical systems using energy balances and symmetries rather than analytical or mathematical details.

EXPERIMENT

Arrange the magnets and the metal balls 20 mm in diameter according to the scheme in Fig. 1.



Fig. 1

Move away the ball (number 1) from the magnet A, until the ball is no longer attracted by the magnet. At this point throw it toward the magnet with a small speed. Figure 2 shows the initial system configuration.

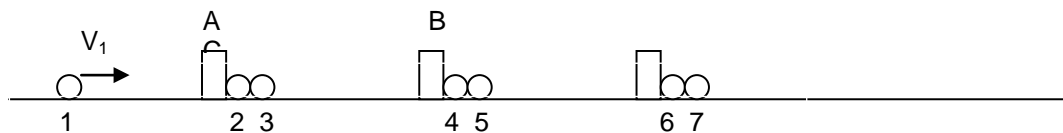


Fig. 2

Ball no. 1 is attracted by the magnet, and falls upon it. The kinetic energy of ball no. 1 is then transmitted to ball no. 3 by a shock wave that propagates through magnet A and ball no. 2. However, because of the interposition of ball no. 2, the energy required by ball no. 3 to go away from magnet A and resist its magnetic attraction is less than the energy that it has received from the shock wave (not considering losses due to dissipation in the mediums travelled through by the shock wave). As a consequence, ball no. 3 moves away from the magnet A using the residual kinetic energy and its speed will be $V_2 \gg V_1$, but at the same time it acquires further energy since it is attracted by magnet B. That is why it violently collides with magnet B. The same process is applied to ball no. 5, which is thrown against magnet C, and to ball no. 7, which is finally ejected by the gun at high speed. Fig. 3 shows the final positions of steel balls.

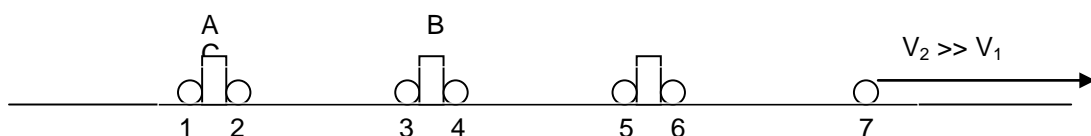


Fig. 3

EXPLANATION

The system is composed by three elements: sphere no. 1, gun and sphere no. 7 (Fig. 4). During the experiment has not changed neither the mass of the sphere no. 1, neither the mass of the gun, neither the mass of the sphere no. 7. But the initial speed of the ball no. 7 (and therefore its kinetic energy) is much greater than the final velocity of the ball no. 1, and the speed of the gun (and therefore its kinetic energy) is zero at both the beginning to the end of the experiment.

We know that energy is conserved, and we have an experiment in which the total energy is greater than the final total energy! Where does the energy in excess come from?

(Note: strictly, the gun has a small recoil, absorbed by its supporting plane, and its momentum is conserved. The correction of the energy after the experiment is negligible).

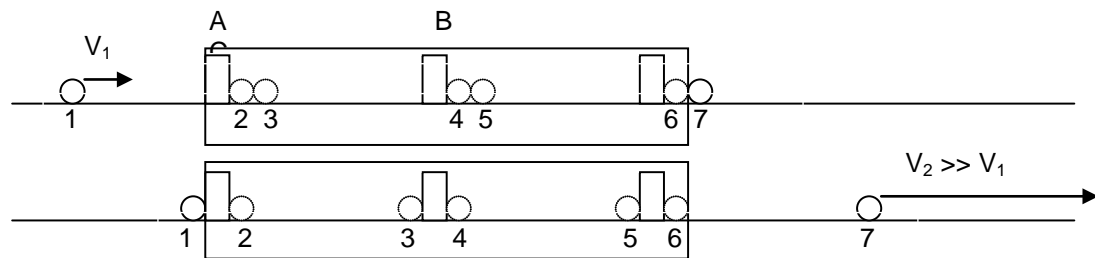


Fig. 4

To answer, observe the gun at the beginning and at the end of the experiment.

The initial configuration and the final one of the balls are not the same! You can guess as there is an "energy content" difference between a higher energy initial configuration and a lower energy final configuration. The difference between the two energies can be explained observing the difference between the kinetic energies of the ball no. 1 and the ball no. 7.

How can we make it more convincing and "tangible" this energy difference? Reposition the sphere no. 5 and the sphere no. 3 in the initial configuration. To do so, you must necessarily perform work against the magnetic field. To rebuild the initial configuration of the gun starting from the final configuration, we must expend energy. It may well justify the higher energy content in the initial configuration than the final one.

Finally, we note that, despite the different energy contents, both configurations are stable, and remain stable until it intervenes an additional input of energy (the collision of the first sphere), which passes from the initial configuration to the final one with release of additional energy. The experiment is, in effect, an example of exothermic reaction. You could also use the sphere on the exit from the gun to start a second cannon, thus creating a chain reaction.

Do any similar examples exist naturally?

In nature, are there similar examples?

Consider a mixture of hydrogen and oxygen in the right proportions (the initial configuration). The two gases coexist. If we then heat the mixture beyond the point of ignition (providing a certain initial energy), the hydrogen and oxygen react to form water (the final configuration). In response, additional heat is released (excess energy). In general, this description is valid for any exothermic reaction.

Additions to the experiment

Repeat the experiment replacing ball no. 7 (the one that is ejected by the gun) with a steel ball whose diameter measures 20 mm and then with another one with diameter measuring 16 mm. It can be noticed that the ball having 16 mm diameter is much faster than that having 20 mm diameter. As a matter of fact, it has a smaller mass but the gun transmits the same kinetic energy, therefore its speed must be higher.



EL CAÑÓN MAGNÉTICO

MATERIAL SUMINISTRADO

Un cañón magnético
 Ocho esferas de acero diám. 20 mm
 Dos esferas de acero diám. 16 mm
 Reducción para esferas diám. 16 mm
 Un recipiente con tapón

INTRODUCCIÓN

El cañón magnético es un modelo mecánico que permite examinar de manera sencilla e intuitiva, sin necesidad de cálculos, conceptos como la energía de configuración, sistemas exotérmicos y reacciones reversibles. Además es un útil ejercicio para el análisis y la comprensión de un sistema mecánico basándose en balances, regularidad y simetría en vez de demostraciones analíticas o matemáticas.

EXPERIMENTO

Situar los imanes y las esferas metálicas con diámetro de 20 mm como se indica en el esquema de la Fig. 1.

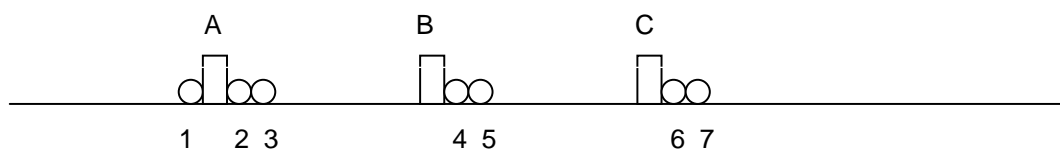


Fig. 1

Someter a tracción la esfera número 1 y alejarla del imán A hasta que deje de sentir la atracción que este ejerce sobre la esfera. Por lo tanto se dirige hacia el imán con una velocidad pequeña. Consideraremos como configuración inicial del experimento la situación que se muestra en la Fig. 2.

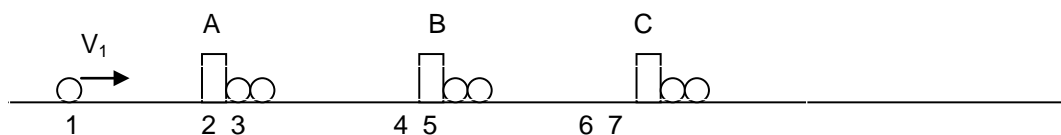


Fig. 2

La esfera es atraída por el imán, y se desplaza hacia él. Por propagación de una onda de colisión entre el imán A y la esfera 2, la energía cinética de la esfera 1 se transfiere hacia la esfera 3. Pero, debido a la interposición de la esfera 2, la energía necesaria que necesita la esfera 3 para escapar a la atracción del imán A es menor de la energía que la transfiere durante la colisión (despreciando las pérdidas por disipación en los materiales atravesados por la onda). La esfera escapa del imán A con una energía cinética residual y una velocidad $V_2 \gg V_1$, y ulteriormente adquiere energía cuando es atraída por el imán B. Por lo tanto, la esfera impacta violentamente contra el imán B.

Por un mecanismo análogo, la esfera 5 se proyecta hacia el imán C, y la esfera 7 viene expulsada del cañón a una gran velocidad.

La configuración final de las esferas se señala en la Fig. 3.



Fig. 3

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en la Fig. 4 el sistema está constituido por 3 elementos (esfera 1, cañón, esfera 7). Durante el experimento no se ha cambiado ni la masa de la esfera 1, ni la masa del cañón, ni la masa de la esfera 7. Pero la velocidad inicial de la esfera 7 (y por lo tanto su energía cinética) es mucho mayor de la velocidad final de la esfera 1, y la velocidad del cañón (y por lo tanto su energía cinética) será cero al principio y al final del experimento. Sabemos que la energía se conserva, y tenemos un experimento donde la energía total final es mayor de la energía total inicial!. ¿Pero entonces, de donde viene la energía en exceso?

(Nota: rigurosamente, se produce un pequeño retroceso, absorbido por el plano de apoyo del cañón, y se conserva la cantidad de movimiento. La corrección de la energía después del experimento es despreciable)

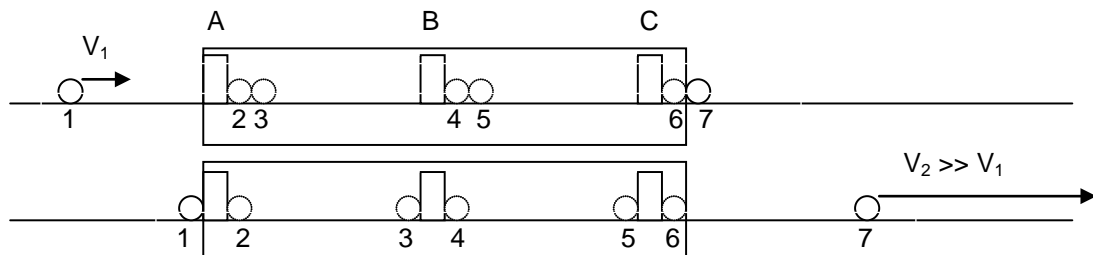


Fig. 4

Para responder, observar el cañón al principio y al final del experimento. La configuración inicial y final de las esferas no es la misma! Se puede intuir como puede existir una "cantidad de energía" diferente entre la configuración inicial del cañón, con una energía más alta, y la configuración final, con una energía inferior. La diferencia entre las dos energías puede hacer comprender la diferencia entre la energía cinética de la esfera 1 y la de la esfera 7. ¿Cómo podemos transformar en más convincente y tangible dicha diferencia de energía? Trasladar la esfera 5 y la esfera 3 a la configuración inicial. Para hacer esto, necesariamente se tiene que efectuar un trabajo opuesto al campo magnético. Para reconstruir la configuración inicial del cañón partiendo de la configuración final, tenemos que consumir energía. De esta manera se puede justificar el mayor contenido energético en la configuración inicial respecto a la final.

En definitiva, observamos como, a pesar de las diferentes cantidades energéticas, *ambas* configuraciones son *estables*, y permanecen estables hasta que no interviene una ulterior aportación de energía (colisión de la primera esfera), que hace pasar de la configuración inicial a la final gracias a la liberación de ulterior energía. El experimento es, a todos los efectos, un ejemplo de *reacción exotérmica*.

Además se puede utilizar la esfera que sale del cañón para poner en marcha un segundo cañón, creando así una *reacción en cadena*.

¿En ciencias naturales, existen ejemplos análogos?

Consideramos una mezcla de hidrógeno y oxígeno con sus proporciones correctas (configuración inicial). Los dos gases coexisten. Si calentamos la mezcla más allá del punto de combustión (suministrando un aporte inicial de energía), el hidrógeno y el oxígeno reaccionan, formando agua (configuración final). En la reacción, se libera de nuevo calor (energía en exceso). En general, esta descripción es válida para cualquier reacción exotérmica.

Anexo al experimento

Utilizar el cañón (esfera 7), las esferas con diámetro de 20 mm y las de diámetro de 16 mm. Observar como las esferas con diámetro de 16 mm son mucho más rápidas de las esferas con diámetro de 20 mm. De hecho, estas, teniendo una masa inferior poseen, en igualdad de condiciones de energía cinética transferida desde el cañón, una velocidad superior.

AVVERTENZA

Le piccole differenze tra le caratteristiche dei pezzi componenti la collezione e i disegni che li rappresentano, sono giustificate dall'aggiornamento tecnologico.

NOTICE:

Any difference between the features of the parts included in the kit and those of the above pictures is due to technological updating.

ADVERTENCIA

Las pequeñas diferencias entre las características de las piezas suministradas en este equipo y las figuras que los representan, son debidas a la actualización tecnológica de dichos componentes.

OPTIKA®
S C I E N C E
I T A L Y

Optika S.r.l. - Copyright

Riproduzione vietata anche parziale
Reproduction, even partial, is prohibited
Cualquier reproducción, total o parcial del contenido de este manual está prohibida