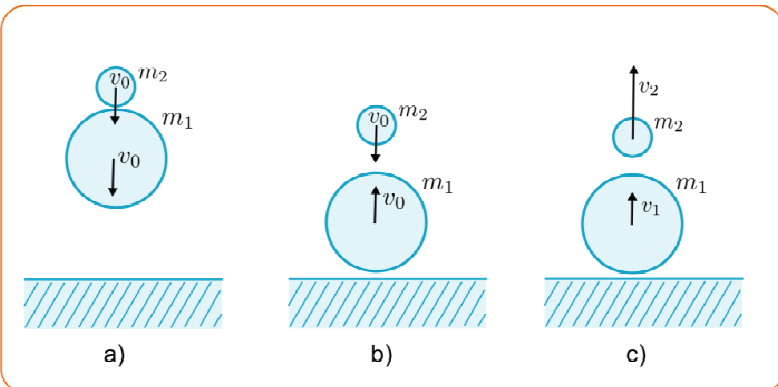


Choque vertical de 2 pelotas y el suelo

1. Principio físico que ilustra	2. Foto o Esquema	1N30.60
Conservación del momento lineal Choques elásticos		
3. Descripción		
Dos pelotas de diferente masa colisionan a la vez con el suelo, una encima de la otra. Si la relación de masas es 3, la pelota grande queda fija en el suelo y la pequeña sale al doble de la velocidad que traía. Además, para relaciones de masa altas, la altura máxima alcanzable por la pequeña es 9 veces la altura inicial.		
4. Web del catálogo: http://www.ucm.es/theoscarlab	Transportable: SI	
5. Fundamento teórico		
Si se sueltan las pelotas a la vez, situando la de menor masa encima de la más pesada, despreciando el efecto del rozamiento con el aire, llegarán juntas al suelo y con igual velocidad (Fig. 1a). Se trata de una colisión de tres cuerpos (las 2 pelotas y el suelo). Para analizar el choque, es conveniente dividir el problema en 2 choques sucesivos. Supondremos que la primera en chocar es la pelota de mayor masa m_1 (a partir de ahora, la “grande”) con el suelo. Inmediatamente después lo hace la pelota de masa menor m_2 (la “pequeña”). Si el choque con el suelo es elástico, la pelota grande saldrá con la misma velocidad v_0 que traía, pero hacia arriba. Tras este choque, ambas pelotas llevarán la misma velocidad, la pequeña con velocidad descendente y la mayor con velocidad ascendente, como aparece en la figura 1b) y chocarán. Podemos calcular las velocidades de salida tras este segundo choque haciendo uso de la <i>conservación del momento lineal</i> (1) y de la <i>energía cinética</i> (2) :		
		
$m_1 v_0 - m_2 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (1), \quad \frac{1}{2} m_1 v_0^2 + \frac{1}{2} m_2 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (2)$		
donde v_1 y v_2 son las velocidades de la pelota grande y pequeña respectivamente tras el choque (Figura 1c) y hemos tomado como positivas las velocidades que apuntan hacia arriba.		
Resolviendo para v_1 tenemos:		
$v_1 = \frac{\mu - 1 \pm \sqrt{(\mu - 1)^2 - (\mu + 1)(\mu - 3)}}{\mu + 1} v_0$		
donde $\mu = \frac{m_1}{m_2}$ es la relación entre las masas de las pelotas.		

Podemos ver que para $\mu = 3$ existe una solución en la que la pelota grande queda con velocidad nula $v_1 = 0$, mientras que la pelota pequeña rebota con mayor velocidad de la que traía, en concreto $v_2 = 2v_0$ (la otra solución es $v_1 = v_0, v_2 = -v_0$ que corresponde a una situación sin choque).

Por tanto, si la relación de masas entre las pelotas es cercana a 3, la pelota grande quedará prácticamente en el suelo, transfiriendo todo su momento a la pelota pequeña que saldrá a aproximadamente al doble de velocidad que traía. La inelasticidad en los choques puede hacer, no obstante, que la velocidad de salida no llegue a ser el doble que la de entrada. Es fácil, sin embargo, generalizar las ecuaciones en el caso inelástico introduciendo coeficientes de restitución para los choques de la pelota grande con el suelo y entre ambas pelotas.

Por otro lado, aunque la situación anterior es en la que se transfiere mayor momento, no es la situación en la que se alcanza la mayor altura. Despejando ahora la velocidad de salida v_2 tenemos:

$$v_2 = \frac{(\mu - 1) \pm \sqrt{(\mu - 1)^2 - (\mu + 1)(1 - 3\mu)}}{\mu + 1} v_0$$

Se puede ver que v_2 alcanza su valor máximo asintóticamente para relaciones de masa μ muy grandes, esto es, cuando la masa de la pelota pequeña es despreciable frente a la de la grande. En tal caso, en el límite $\mu \rightarrow \infty$ la velocidad de salida es:

$$v_2 = 3v_0$$

La otra solución ($v_2 = -v_0$) corresponde de nuevo a la ausencia de colisión. De modo que la altura máxima a la que podría llegar la pelota pequeña sería 9 veces la altura inicial, en el caso de que su masa sea mucho menor que la de la pelota grande y la colisión sea perfectamente elástica.

6. Materiales y montaje

- Pelota grande (de baloncesto por ejemplo)
- Pelota pequeña (de tenis, por ejemplo)

La relación de masas entre las pelotas debe ser lo más cercana a tres posible, pero funciona bastante bien si no lo es exactamente. Por otro lado conviene que las pelotas sean elásticas.

En el Laboratorio de Física General están disponibles 2 parejas de pelotas con relaciones de masas cercanas a 3: 149g y 434g o 75g y 262g. Además, la pelota de 75g se puede utilizar con la más pesada para demostrar que la velocidad de salida es mayor que al utilizar la de 149g a pesar de que la transferencia de momento no es completa.

7. Observaciones

Conviene soltar ambas pelotas a la vez, la pequeña encima de la mayor. Téngase algo de cuidado de que ambas estén bien colocadas en la misma vertical y en contacto, para que el efecto sea más apreciable.



Referencias

En esta página se puede encontrar la generalización a choques inelásticos y al caso de mayor número de pelotas:

- http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con_mlineal/verticales/choques_verticales.htm