Práctica experimental de física

Fuerzas producidas por el impacto de cuerpos en movimiento

Esta práctica consiste en calcular la fuerza que se produce cuando una bola de plastilina cae desde una determinada altura. Para su realización, necesitaremos la masa de la bola de plastilina, la altura desde la que se la va a tirar y la disminución de su diámetro por causa de estas fuerzas.

En esta práctica vamos a calcular diferentes fuerzas, haciendo caer la bola desde diferentes alturas, 4 en concreto, que serán del 250, 500, 750 y 1000 mm.

Para la realización de esta práctica necesitaremos:

- Una regla graduada en mm
- Plastilina
- Un calibre de pie de rey

· Recogida de datos:

La masa de la pelota es en todas las mediciones igual ($m = (47,3 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$ kg), lo único que ha sido cambiado es la altura.

Después de realizar la práctica y recoger todos los datos construimos estas tablas:

Primera medición **H** = $(250 \pm 0,5)$ mm $\mathbf{D_0}$ = $(42,0 \pm 0,05)$ mm				
Medición	$D_i \pm 0,05$ mm	$(D_i - D_0) \pm 0,1$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)^2 mm^2$
1	40,8	1,2	0,125	0,015625
2	40,9	1,1	0,025	0,000625
3	41,1	0,9	-0,175	0,030625
4	40,9	1,1	0,025	0,000625
			$\Delta D_m = 1,075$	$\sum_{i=0}^{4} [(\Delta D_m - \Delta D_i)^2] = 0,0475$

Segunda medición **H** = (500 ± 0,5) mm $\mathbf{D_0}$ = (42,0 ± 0,05) mm				
Medición	$D_i \pm 0,05$ mm	$(D_i - D_0) \pm 0,1$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)^2 mm^2$
1	40,0	2,0	0,1875	0,035156
2	40,2	1,8	-0,0125	0,000156
3	40,3	1,7	-0,1125	0,012656
4	40,25	1,75	-0,0625	0,003906
			ΔD_m = 1,8125	$\sum_{i=0}^{4} [(\Delta D_m - \Delta D_i)^2]=0,051874$

Tercera medición **H** = (750 ± 0,5) mm $\mathbf{D_0}$ = (42,0 ± 0,05) mm				
Medición	$D_i \pm 0,05$ mm	$(D_i - D_0) \pm 0,1$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)^2 mm^2$
1	39,8	2,2	-0,1	0,01
2	39,7	2,3	0	0
3	39,6	2,4	0,1	0,01
4	39,7	2,3	0	0
			ΔD_m = 2,3	$\sum_{i=0}^{4} [(\Delta D_m - \Delta D_i)^2]=0,02$

Cuarta medición **H** = (1000 ± 0,5) mm $\mathbf{D_0}$ = (42,0 ± 0,05) mm				
Medición	$D_i \pm 0,05$ mm	$(D_i - D_0) \pm 0,1$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)$ mm	$(\Delta D_i - \Delta D_m)^2 mm^2$
1	39,2	2,8	0,175	0,030625
2	39,4	2,6	-0,025	0,000625
3	39,7	2,3	-0,325	0,105625
4	39,2	2,8	0,175	0,030625
			ΔD_m = 2,625	$\sum_{i=0}^{4} [(\Delta D_m - \Delta D_i)^2]=0,1675$

· <u>Análisis de datos:</u>

Para poder calcular la fuerza ejercida sobre la bola al chocar contra el suelo, necesitamos saber la velocidad que tiene la bola cuando llega al suelo y el tiempo que tarda en deformarse.

Voy ahora a calcular lo dicho anteriormente, para cada una de las cuatro alturas distintas:

Para la altura de 250mm:

$$V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 m \cdot s^{-2} \cdot 0{,}25 m} = 2{,}25 m \cdot s^{-1}$$

La fuerza que tiene que hacer la mesa para detener la bola es la masa de la misma multiplicado por la velocidad con la que llega al suelo dividido entre el tiempo que está deformándose. Para hallar este tiempo tengo que saber la aceleración que tendría el punto más elevado de la bola desde que ésta toca el suelo hasta que se para.

$$a = \frac{(V_0)^2}{2d} = \frac{(\sqrt{2gh})^2}{2d} = \frac{gh}{d} = \frac{9{,}81 ms^{-2} \cdot 0{,}25 m}{1{,}075 \cdot 10^{-3} m} = 2281{,}4 ms^{-2}$$

$$t = {V_0}/{a} = \frac{2{,}25 ms^{-1}}{2281{,}4 ms^{-2}} = 9{,}86 \cdot 10^{-4} s$$

Por tanto:

$$F = \frac{m \cdot V_0}{t} = \frac{47{,}3 \cdot 10^{-3} Kg \cdot 2{,}25 ms^{-1}}{9{,}86 \cdot 10^{-4s}} = 107{,}9 N$$

Para la altura de 500mm:

$$V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 ms^{-2} \cdot 0{,}5 m} = 3{,}13 ms^{-1}$$

$$a = \frac{gh}{d} = \frac{9{,}81 ms^{-2} \cdot 0{,}5 m}{1{,}8125 \cdot 10^{-3} m} = 2706{,}2 ms^{-2}$$

$$t = \frac{V_0}{a} = \frac{3{,}13 ms^{-1}}{2706{,}2 ms^{-2}} = 1{,}15 \cdot 10^{-3} s$$

$$F \frac{mV_0}{t} = \frac{0{,}0473 Kg \cdot 3{,}13 ms^{-1}}{1{,}15 \cdot 10^{-3} s} = 128{,}7 N$$

Para la altura de 750mm:

$$V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81ms^{-2} \cdot 0{,}75m} = 3{,}84ms^{-1}$$

$$a = \frac{gh}{d} = \frac{9{,}81ms^{-2}\,0{,}75m}{2{,}3 \cdot 10^{-3}\,m} = 3199ms^{-2}$$

$$t = \frac{V_0}{a} = \frac{3{,}84ms^{-1}}{3199ms^{-2}} = 1{,}2 \cdot 10^{-3}\,s$$

$$F = \frac{mV_0}{t} = \frac{0{,}0473Kg \cdot 3{,}84ms^{-1}}{1{,}2 \cdot 10^{-3}\,s} = 151{,}36N$$

$$V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81ms^{-2} \cdot 1m} = 4{,}43ms^{-1}$$

$$a = \frac{gh}{d} = \frac{9{,}81ms^{-2} \cdot 1m}{2{,}625 \cdot 10^{-3}\,m} = 3737ms^{-2}$$

$$t = \frac{V_0}{a} = \frac{4{,}43ms^{-1}}{3737ms^{-2}} = 1{,}18 \cdot 10^{-3}\,s$$

$$F = \frac{mV_0}{t} = \frac{0{,}0473Kg \cdot 4{,}43ms^{-1}}{1{,}18 \cdot 10^{-3}\,s} = 177{,}5N$$

Por tanto, las fuerzas son:

H(mm)	F(N)
250	107,9
500	128,7
750	151,36
1000	177,5

Como era de suponer, cuanto mayor es la altura desde la que se deja caer la bola, mayor es la fuerza que ejerce la mesa sobre la bola.

· Evaluación:

Se puede sacar en conclusión que la fuerza que ejerce la mesa sobre la bola de plastilina es directamente proporcional a la altura desde la que se tira la pelota.

Un error que es difícil de evitar al hacer esta práctica es conseguir hacer una pelota completamente esférica. Tan sólo se puede hacer una pelota casi esférica dándole esa forma con las manos. Otra dificultad fue medir el diámetro de la pelota para hallar la deformación con el calibre, ya que si apretabas un poco ya hacías una marca en la pelota y marcaba menos. El conseguir tirar la pelota desde exactamente la altura indicada también fue algo que no pudimos hacer con exactitud, pero la diferencia es prácticamente inapreciable. Sin contar todo esto, el resto del procedimiento seguido es lo suficientemente bueno como para obtener resultados fiables.

La solución a estos problemas no es muy complicada. Para hacer una pelota esférica se podría utilizar un molde, y luego cortar la pelota para medir su diámetro con una regla normal. El cortar la pelota no importaría, ya que con el molde se podría hacer otra exactamente igual. Para tirar la pelota desde la altura deseada con mucha exactitud, podrías usar una regla para poner la pelota en el lugar exacto antes de soltarla.