

Enunciado del problema:

Se diseñó un silo cilíndrico vertical de 5 m de altura, 1 m de radio, con base y tapa planas. Este silo debe contener esferas de 5 cm de diámetro de un material cuya densidad es de 2500 kg/m³. Calcule la masa de esferas contenidas en el silo cuando está lleno de esferas. Explique cómo hizo los cálculos, cuáles fueron las suposiciones realizadas, cuáles son las fuentes de error posibles y cuál es el error de la estimación, indique cuál es la fuente de error más importante y justifique.

Esquema del problema, (haga un dibujo):

Datos del problema: Ponga aquí todos los datos que figuran en el enunciado, el dibujo que se acompaña, y lo que tome de tablas o libros de referencia (indique siempre la fuente).

densidadesferas=2500 kg/m³;
 tamañoesferas=0.050 m;
 alturasilo=5 m;
 radiosilo=1 m;.....

Planteo de la Solución:

Brevemente explique cómo resolverá el problema. (si no ve todo el panorama diga como comenzará)

Se debe calcular cuántas esferas entran en el Silo y luego se multiplica la masa de una esfera (que se puede calcular conociendo el volumen y su densidad) por el número de esferas. Sin embargo, la dificultad está en calcular el número de esferas máximo.

Se harán distintas simplificaciones (casos) como se describe abajo.

Caso a). Se supondrá que las esferas no tienen espacios entre ellas, es decir, que TODO el volumen del Silo está relleno de la materia de las esferas. Para eso se divide el volumen del silo sobre el volumen de una esfera.

$$\begin{aligned}\text{Volumen del silo} &= \text{alturasilo} * \text{Pi} * \text{radiosilo}^2 \\ &= 5 \text{ m} * \text{Pi} * (1 \text{ m})^2 = 15.708 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volumen de una esfera} &= \text{diametroesfera}^3 * \text{Pi} / 6 \\ &= (0.05 \text{ m})^3 * \text{Pi} / 6 = 0.0000655 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Haga los cálculos intermedios a medida que sean necesarios, si son necesarios muchos cálculos hágalos como cálculos auxiliares, en un recuadro a la derecha.

Fecha:

Nombre y Apellido

Número de esferas = $\text{vol_silo} / \text{vol_esfera} = 239816,8 \text{ esferas.} \approx 239817 \text{ esferas}$

El valor hallado es de **239817 esferas**, este valor se obtuvo suponiendo cero huecos. Por eso es una **COTA SUPERIOR** del número de esferas.

Se necesita una **COTA INFERIOR**.

Caso b). revisando la imagen (tomada de internet), que ilustra como se va llenando el silo con las esferas, se puede suponer que: más de la mitad del espacio está ocupado por las esferas. Entonces se va a **SUPONER** que: una COTA INFERIOR del número de esferas se obtiene suponiendo que la mitad del espacio del silo está lleno completamente de esferas (sin huecos). El cálculo se puede hacer de varias formas, aquí se hará usando el valor hallado en el Caso a.

Si la mitad del silo es espacio vacío, entonces la cantidad de esferas será la mitad del calculado en el punto a, debido a que el volumen del silo es ahora la mitad. La mitad llena de esferas y la mitad llena de huecos. Esta es la **COTA INFERIOR**.

Número de esferas = número máximo/2

$$= 239817 \text{ esf.} / 2 = 119908.5 \text{ esf.} \approx 119908 \text{ esferas}$$

El valor hallado es de **119908 esferas**, este valor se obtuvo suponiendo que la mitad del volumen del silo son huecos. Por eso es una **COTA INFERIOR** del número de esferas.

Como se tiene una cota superior y una cota inferior del número de esferas se puede informar que el valor verdadero está en un rango de valores encerrados entre estas cotas calculadas.

Como valor medio se tiene: $(239817 \text{ esf} + 119908 \text{ esf}) / 2 = 179862.5 \text{ esf} \approx 179862 \text{ esf.}$

Y como valor del error absoluto: $(239817 \text{ esf} - 119908 \text{ esf}) / 2 = 59954.5 \text{ esf} \approx 59954 \text{ esf.}$

El valor del número de esferas es: **179862 +/- 59954 esferas.**

CÁLCULO de la masa de esferas:

El valor de la masa de esferas será = (el número de esferas)*(masa de una esfera).

Masa de una esfera

*Masa = volumen *densidad*

$$\text{masa} = 0.0000655 \text{ m}^3 * 2500 \text{ kg/m}^3 = 0.1638 \text{ kg}$$

Masa de esferas (promedio) = $179862 \text{ esf} * 0.1638 \text{ kg/esf} = 29461 \text{ kg.}$ ((se calculó usando el valor promedio del número de esferas))

Error Absoluto de la masa de esferas = $59954 \text{ esf} * 0.1638 \text{ kg/esf} = 9820.5 \text{ kg}$ (se calculó con el error absoluto del número de esferas))

Esto da un error relativo del 33%,

Error relativo

*ER % = error absoluto/valor verdadero *100 (se tomará el valor medio como una estimación del valor verdadero)*

$$\text{ER \%} = 9820 \text{ esf} / 29461 \text{ esf} * 100 = 33.3 \% \approx 33 \%$$

Fecha:

Nombre y Apellido

Respuesta: *Responda lo que se preguntó en cada ítem del enunciado del problema, siguiendo los requerimientos pedidos. Si pide hacer un esquema: dibújelo completo.*

Se pidió: *Calcule la masa de esferas contenidas en el silo cuando está lleno de esferas.*

Explique cómo hizo los cálculos, cuáles fueron las suposiciones realizadas, cuáles son las fuentes de error posibles y Cual es el error de la estimación, indique cuál es la fuente de error más importante y justifique.)))

La masa de esferas es : **29461 +/- 9820 kg.**

El error de la estimación es de **+/-9820 kg.**

Se supusieron dos cotas una superior y otra inferior, el valor informado es el promedio entre ambos. La cota superior se obtuvo suponiendo que las esferas están ocupando TODO el volumen del silo (sin huecos), la cota inferior se supuso en base a observaciones de las fotografías que al menos la mitad del volumen está ocupado por esferas.

La fuente de error más importante son las suposiciones fuertes de las cotas superior e inferior, se podría mejorar la cifra haciendo un cálculo más preciso de la cantidad de huecos que puede haber en un apilamiento de esferas.

Otras fuentes de error son los redondeos en los cálculos, siempre se redondearon los resultados parciales.

No se consideraron los efectos de las paredes, porque se considera que son mínimos ya que en 1 m entran un número entero de esferas de 0.05 m de diámetro (entran 20 esferas alineadas en un diámetro), en todo caso el error provocado se estima: $(1 \text{ esf}) / (20 \text{ esf}) = 0.05$, es decir, del 5 % del número total, el cuál es menor al 33 % del ER estimado arriba y se puede considerar incluido en ese valor.

