

EJERCICIO SOBRE SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS

EJERCICIO

Calcula la velocidad terminal de asentamiento dentro de un baño acuoso de una partícula de sílice con una densidad de 2.65 g/cm^3 y que tiene un tamaño de 0.1 cm . Emplea la ecuación de asentamiento propuesta por Newton para la región con un régimen de transición entre laminar y turbulento, a través del método de tanteo.

Solución:

Este método de tanteo consiste en las siguientes etapas:

Primera estimación: Cálculo de la velocidad de sedimentación empleando la ecuación de Stokes

Para ello se emplea la ecuación de Stokes para la velocidad terminal de sedimentación o asentamiento.

$$v_T = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_f) \cdot d^2}{18 \cdot \mu} = \frac{981 \cdot (2.65 - 1.0) \cdot (0.1)^2}{18 \cdot 0.01} = 89.9 \text{ cm/s}$$

A continuación se calcula el número de Reynolds.

$$Re_p = \frac{v_T \cdot d \cdot \rho_f}{\mu} = \frac{(89.9) \cdot (0.1) \cdot (1.0)}{0.01} = 899 \text{ (que es mucho mayor que 1.0)}$$

Por lo tanto la aplicación de la Ley de Stokes no es válida para este tipo de partículas tan grandes y con un ratio de sedimentación tan alto. Por otro lado, el número de Reynolds está próximo al valor de 1000 que marca el inicio del régimen de Newton por lo que podría ser válido aplicar la ley de Newton. En este sentido se aplicará dicha ley.

Segunda estimación: Cálculo de la velocidad de sedimentación empleando la ecuación de Newton

Para ello se emplea la ecuación de Newton para la velocidad terminal de sedimentación o asentamiento.

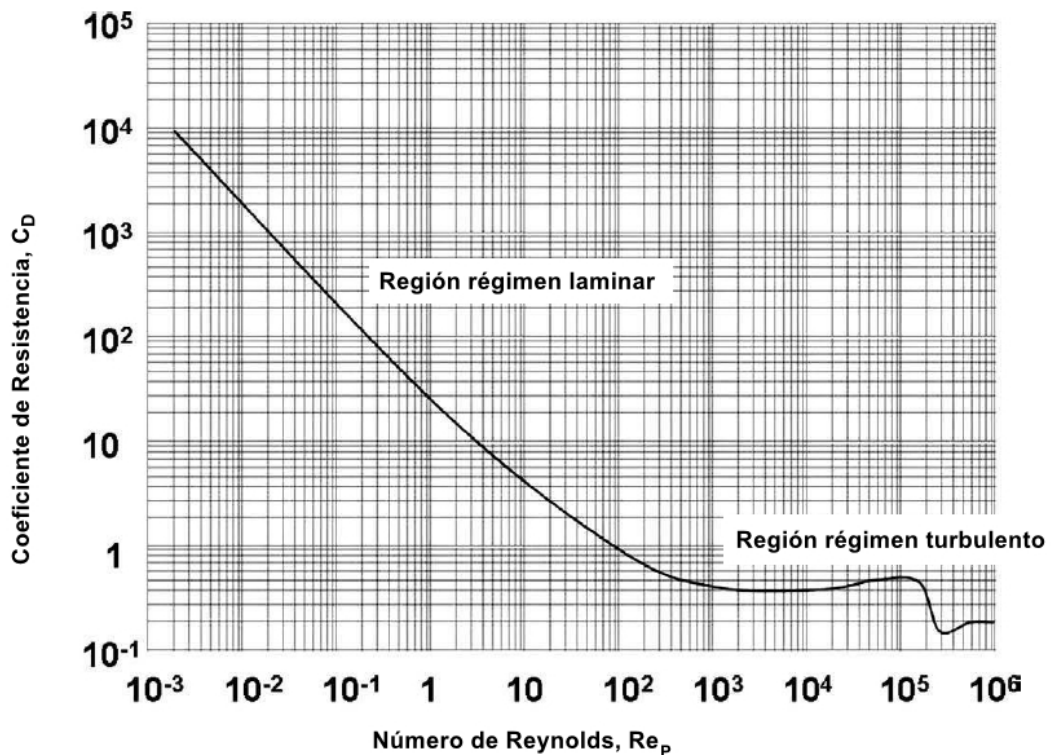
$$v_T = \sqrt{\frac{3 \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_F) \cdot d}{\rho_F}} = \sqrt{\frac{3 \cdot (981) \cdot (2.65 - 1.0) \cdot (0.1)}{1.0}} = 22.0 \text{ cm/s}$$

Se recalcula el número de Reynolds para estas nuevas condiciones.

$$Re_p = \frac{v_T \cdot d \cdot \rho_F}{\mu} = \frac{(22.0) \cdot (0.1) \cdot (1.0)}{0.01} = 220 \text{ (Que es mucho menor que 1000)}$$

Por lo tanto, la aplicación de la ecuación de Newton puede seguir usándose para esta zona de régimen de transición.

Según la siguiente figura, para un número de Reynolds de 220, el valor del coeficiente de resistencia C_D vale aproximadamente 0.7.



Aplicando la siguiente ecuación de Newton para la velocidad terminal de sedimentación en la que interviene el coeficiente de resistencia C_D se tendría que:

$$v_T = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_F) \cdot d}{3 \cdot C_D \cdot \rho_F}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (981) \cdot (2.65 - 1.0) \cdot (0.1)}{3 \cdot (0.7) \cdot (1.0)}} = 17.56 \text{ cm/s}$$

Se recalcula nuevamente el número de Reynolds teniendo en cuenta los valores anteriores.

$$Re_p = \frac{v_T \cdot d \cdot \rho_F}{\mu} = \frac{(17.56) \cdot (0.1) \cdot (1.0)}{0.01} = 175$$

Con este nuevo valor del número de Reynolds se vuelve a entrar a la gráfica anterior para obtener el valor correspondiente del coeficiente de resistencia C_D siendo éste de 0.8. A continuación se vuelve a calcular la velocidad terminal de asentamiento.

$$v_T = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (\rho_S - \rho_F) \cdot d}{3 \cdot C_D \cdot \rho_F}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (981) \cdot (2.65 - 1.0) \cdot (0.1)}{3 \cdot (0.8) \cdot (1.0)}} = 16.4 \text{ cm/s}$$

Se recalcula nuevamente el número de Reynolds teniendo en cuenta los valores anteriores.

$$Re_p = \frac{v_T \cdot d \cdot \rho_F}{\mu} = \frac{(16.4) \cdot (0.1) \cdot (1.0)}{0.01} = 164$$

Con este nuevo valor del número de Reynolds se vuelve a entrar a la gráfica anterior para obtener el valor correspondiente del coeficiente de resistencia C_D estando éste próximo a 0.8.

Se establece, por ello, que la velocidad terminal de sedimentación de la partícula será de 16.4 cm/s.