

DEMO 60

FLUIDOS NO NEWTONIANOS



Figura 1. Frasco de fluido pseudoplástico, con pulverizador (gel de bentonita con pequeños plásticos en suspensión).

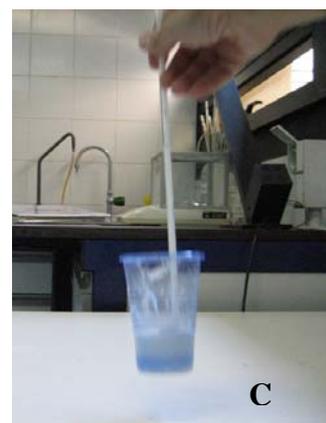
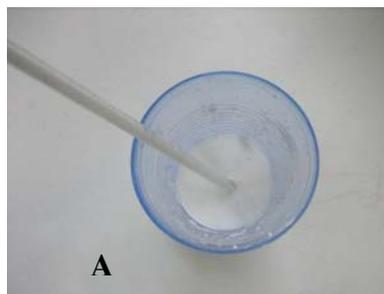


Figura 2. Fluido dilatante (suspensión altamente concentrada de almidón).

Autor de la ficha	M ^a Jesús Hernández, Roberto Pedrós
Palabras clave	Fluidos; viscosidad; fluido no newtoniano; fluido dilatante, fluido pseudoplástico
Objetivo	Observar el comportamiento de un fluido pseudoplástico y de un fluido dilatante
Material	Almidón de maíz (Maicena), agua, vaso de plástico, cucharilla, agitador Frasco con pulverizador que contiene un gel de bentonita
Tiempo de Montaje	10 minutos de preparación de la mezcla (fuera del aula)

Descripción

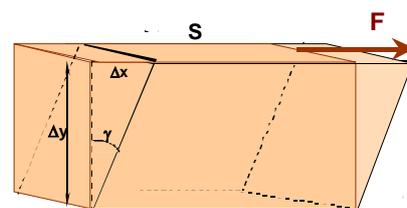
Introducción

Cuando se aplica una fuerza tangencial a una de las caras de un paralelepípedo (Figura 3), se produce una deformación caracterizada por el ángulo γ (suponemos la cara paralela fija al suelo o sometida a otra fuerza igual pero de signo contrario) y que depende del módulo de rigidez o cizalla, del material, de

manera que
$$\sigma = \frac{F}{S} = \mu \gamma$$

γ es la deformación relativa, que es instantánea y desaparece cuando desaparece la fuerza.

Si este esfuerzo de cizalla, σ , se aplica a un fluido, contenido por ejemplo entre dos placas, el ángulo de deformación, γ , va variando con el tiempo mientras se está aplicando la fuerza. La velocidad de variación de esa deformación depende de cada fluido, por tanto, esa es la magnitud que interesa en la cizalla de fluidos, la velocidad de deformación ($d\gamma/dt$), o velocidad de cizalla, la cual coincide con el gradiente de velocidades en las diferentes capas del fluido.



$$\gamma \cong \operatorname{tg} \gamma = \frac{dx}{dy} \Rightarrow \dot{\gamma} = \frac{dy}{dt} = \frac{d\left(\frac{dx}{dy}\right)}{dt} = \frac{d\left(\frac{dx}{dt}\right)}{dy} = \frac{dv}{dy}$$

Así pues, la ley de Newton relaciona el esfuerzo de cizalla, σ , y la velocidad de cizalla, $\dot{\gamma}$ con una propiedad del fluido, llamada viscosidad, η .

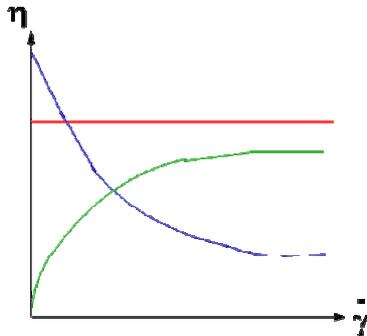


Figura 4. Variación de la viscosidad con la velocidad de cizalla.

Rojo: Fluido newtoniano, *azul:* fluido pseudoplástico, *verde:* fluido dilatante.

$$\sigma = \eta \dot{\gamma}, \text{ que equivale a } \frac{F}{S} = \eta \frac{dv}{dy}$$

Sin embargo, está relación lineal entre la velocidad de deformación y el esfuerzo, sólo se cumple en unos pocos fluidos llamados “newtonianos” (agua, glicerina, aceite, miel), en los cuales podemos decir que la viscosidad es independiente de la velocidad de cizalla (línea roja en figura 4).

En la mayoría de los fluidos, la resistencia al flujo (viscosidad) es menor cuanto mayor es la velocidad de deformación (línea azul en la figura 4). Éstos son los fluidos llamados “pseudoplásticos”, como las pinturas, la mayonesa, las cremas cosméticas, el asfalto, la sangre, etc.

Por otra parte, existen otros pocos fluidos, principalmente suspensiones muy concentradas de almidón, arcillas o silicatos (la arena mojada de la playa) en los cuales un aumento en la velocidad de cizalla, origina un aumento de la viscosidad. Tanto los fluidos pseudoplásticos como los dilatantes se llaman “fluidos no newtonianos”, ya que no cumplen la ley de Newton.

REALIZACIÓN

Fluido pseudoplástico

Se debe observar que para velocidades próximas al reposo, o muy pequeñas (se puede inclinar el bote), la viscosidad del gel de bentonita es muy alta (Figura 1). Tiene una consistencia semisólida, y además, mantiene en suspensión pequeñas piezas de plástico (velocidad de sedimentación muy baja). Sin embargo, al apretar el botón de la bomba de rociado (“spray”), el fluido es sometido a velocidades de cizalla altísimas, y se comporta como un líquido muy poco viscoso. Se recomienda rociar sobre la mano de los alumnos para que vean que realmente es “agua” (el gel de bentonita no es tóxico, y la concentración es baja, se trata principalmente de agua).

Fluido dilatante

A.- Preparar el fluido dilatante mezclando poco a poco el almidón de maíz y el agua con la cucharilla. Para ello echar almidón en el vaso de plástico hasta una altura de 2-3 cm e ir añadiendo agua poco a poco. También puede hacerse al contrario, primero echar el agua, e ir añadiendo almidón poco a poco. La suspensión debe ser muy concentrada (> 50% en peso).

B.- Introducir la varilla agitadora en la suspensión de almidón. Se pueden observar dos efectos:

1) Si estiramos rápidamente de la varilla agitadora, como la viscosidad del fluido es alta para altas velocidades, conseguimos arrastrar el vaso con el fluido (Figura 2C). En cambio, si tiramos suavemente de la varilla agitadora, ésta saldrá fácilmente, como si se tratara de un líquido común.

A la inversa, si intentamos introducir rápidamente el agitador en el fluido, aumentará la viscosidad del fluido y el agitador rebotará. Si introducimos el agitador lentamente, lo haremos sin problemas.

2) Hacer girar muy, muy lentamente la varilla agitadora dentro del fluido. Se observará que el fluido parece líquido y el agitador se mueve con facilidad. En cambio si el agitador se intenta mover más rápidamente, el fluido ejerce una gran resistencia (aumenta la viscosidad al aumentar la velocidad).

Comentarios y sugerencias

El tiempo de ejecución es de 5 minutos para cada parte.

Advertencias

El profesor debe preparar la mezcla del fluido dilatante antes de cada demostración (la suspensión es muy inestable, y no se mantiene en condiciones adecuadas mucho tiempo, se seca)