

Arenas movedizas: fluido no newtoniano



Materiales:

Harina de maíz

Agua

Cuenco

Colorante (opcional)

Procedimiento:

1. En un cuenco coloca toda la harina de maíz que quieras (sé generoso)
2. Añade agua mientras mezclas con las manos
3. Debes alcanzar la consistencia de la imagen 1
4. Si está más sólido añade un poco de agua
5. Si te pasas de agua, añade un poco más de harina de maíz
6. Si deseas hacerla de colores añade colorante al agua
7. Experimenta con el comportamiento del fluido.

- Puedes hacer bolitas con las palmas de las manos y al cesar el movimiento se escurrirá entre tus dedos.
- Estudia la densidad de distintos objetos (tapón de bolígrafo, una moneda, una canica, una cartulina...).
- Introduce la palma de la mano lentamente hasta alcanzar el fondo del cuenco e inmediatamente después intenta sacarla rápidamente.
- Da puñetazos al fluido.



Imagen 1. Consistencia adecuada de la mezcla agua-harina de maíz

Explicación:

Los líquidos y los gases son fluidos, sustancias entre cuyas moléculas existe una fuerza de atracción débil, por ello pueden adquirir la forma de su recipiente.

En un fluido en movimiento se puede medir su viscosidad: resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o de tracción. Es una propiedad física de todos los fluidos, fruto de las colisiones entre las partículas del mismo que se mueven a distintas velocidades, provocando una resistencia a su movimiento. Si la viscosidad fuera nula se denomina fluido “ideal”.



Imagen 2. Agua y miel, dos fluidos con distinta viscosidad

Muchos fluidos cumplen la ley de Newton sobre viscosidad, y poseen una viscosidad constante.

Sin embargo, existen ciertas sustancias, denominadas fluidos no newtonianos, cuya viscosidad varía con la temperatura (Imagen 3) y la tensión cortante que se le aplica (Imagen 4), por lo tanto no tienen un valor de viscosidad definido y constante.

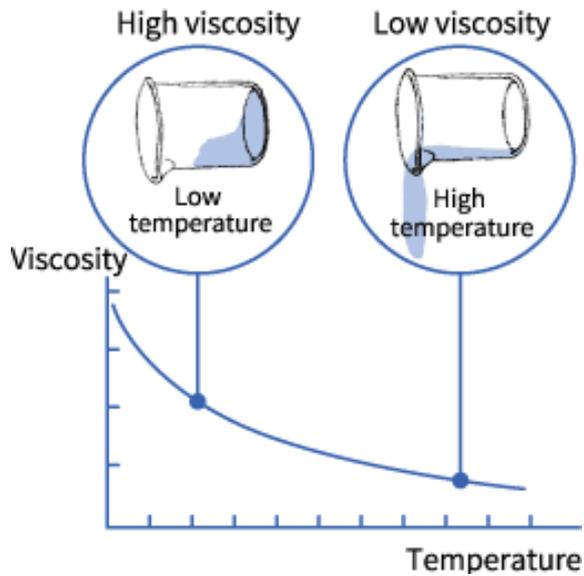


Imagen 3. Cambio de viscosidad con la temperatura en un fluido no newtoniano

En el caso de la harina de maíz, lo que sucede es que es una suspensión, la harina no está disuelta, sino que sus partículas se encuentran rodeadas de agua, lubricadas. Si la tensión es débil, la lubricación permite el movimiento con una resistencia muy baja, por ello el movimiento no presenta resistencia (Imagen 4). Sin embargo, si la tensión es alta, el agua se retira de la harina, dejando una red sólida, con una alta fricción en el movimiento de unas partículas respecto a otras, y por lo tanto la resistencia al movimiento es alta, y se comporta como un sólido (Imagen 5).



Imagen 4. Partículas de harina de maíz (amarillo) rodeadas de agua (puntos azules)



Imagen 5. Comportamiento de la harina de maíz (amarillo) frente a una tensión

No todos los fluidos no newtonianos se comportan del mismo modo cuando se les aplica una tensión: algunos se vuelven más sólidos (dilatante) y otros más fluidos (pseudoplástico). Los plásticos de Bingham se comportan como sólido hasta un cierto valor umbral de tensión cortante, a partir del cual se comienza a fluir (Imagen 6).

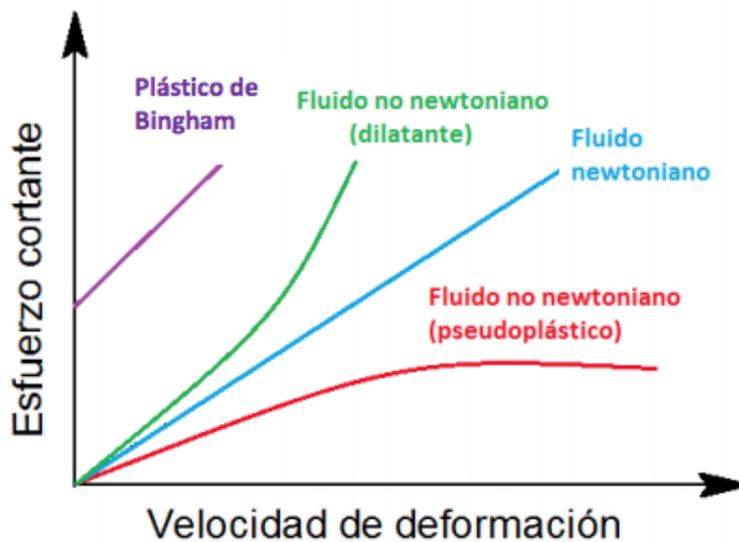


Imagen 6. Comportamiento de fluidos no newtonianos (en verde, rojo y morado)

A continuación podemos ver los distintos tipos de fluidos en función de su comportamiento (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de fluidos en función de su comportamiento

Tipo de fluido	Comportamiento	Características	Ej.
Plásticos	Plástico perfecto	La aplicación de una deformación no conlleva un esfuerzo de resistencia en sentido contrario	Metales dúctiles una vez superado el límite elástico
	Plástico de Bingham	Relación lineal, o no lineal en algunos casos, entre el esfuerzo cortante y el gradiente de deformación una vez se ha superado un determinado valor del esfuerzo cortante	Barro, algunos coloides
	Pseudoplástico	Fluidos que se comportan como pseudoplásticos a partir de un determinado valor del esfuerzo cortante	
	Dilatante	Fluidos que se comportan como dilatantes a partir de un determinado valor del esfuerzo cortante	
Fluidos que siguen la ley de potencias	Seudoplástico	La viscosidad aparente se reduce con el gradiente del esfuerzo cortante	Algunos coloides, arcilla, leche, gelatina, sangre.
	Dilatante	La viscosidad aparente se incrementa con el gradiente del esfuerzo cortante	Soluciones concentradas de azúcar en agua, suspensiones de almidón de maíz o de arroz.
Fluidos viscoelásticos	Material de Maxwell	Combinación lineal en serie de efectos elásticos y viscosos	Metales, materiales compuestos
	Fluido Oldroyd-B	Combinación lineal de comportamiento como fluido newtoniano y como material de Maxwell	Betún, masa panadera, nailon, plastilina
	Material de Kelvin	Combinación lineal en paralelo de efectos elásticos y viscosos	
	Plástico	Estos materiales siempre vuelven a un estado de reposo predefinido	
Fluidos cuya viscosidad depende del tiempo	Reopéctico	La viscosidad aparente se incrementa con la duración del esfuerzo aplicado	Algunos lubricantes
	Tixotrópico	La viscosidad aparente decrece con la duración de esfuerzo aplicado	Algunas variedades de mieles, ketchup, algunas pinturas antigoteo.

Son numerosos los ejemplos de fluidos no newtonianos:

Arenas movedizas, champú, geles, ketchup, pasta de dientes, arena húmeda de la playa, tintas de impresión, pinturas, margarina, sangre, mahonesa, miel...

Para saber más:

Actualmente se estudia la aplicación de este tipo de fluidos para numerosas aplicaciones.

Debido a su capacidad de absorción de energía, se puede emplear en la fabricación de chalecos antibalas, blindaje para vehículos de guerra, al minimizar el impacto de un proyectil.

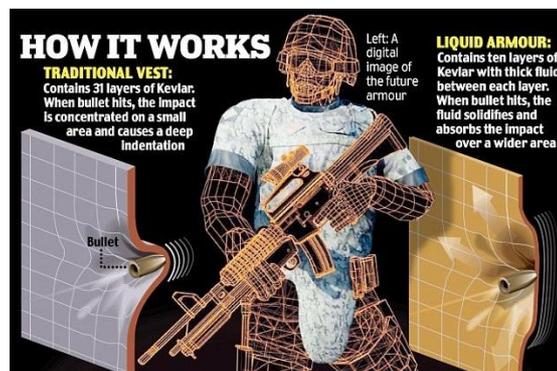


Imagen 7. Esquema de una armadura con fluido no newtoniano (derecha). A la izquierda impacto de una bala en un chaleco tradicional en el que no hay fluido no newtoniano

También se emplea en las protecciones empleadas en deportes extremos como el snowboarding o el skateboarding, armaduras corporales (productos de entrenamiento de artes marciales, por ejemplo) ,en el automovilismo, paracaidismo y atletismo. Son productos livianos al realizar el deporte, pero se endurecen en el caso de recibir un impacto. Se está diseñando calzado con sistema de absorción de impactos, lo cual mejora el agarre y la tracción.



Imagen 8. Zapatilla con suela de glicerina (fluido no newtoniano)

Se puede encontrar en objetos cotidianos como fundas de móvil, para protegerlos de impactos, como una caída al suelo.

Otra aplicación es en la reparación de baches. El fluido presenta una mayor viscosidad con la tensión que los vehículos ejercen al pasar sobre él.



Imagen 9. Fluido no newtoniano en un bache

Así mismo se pueden emplear como badén inteligente de velocidad (BIV): al circular con una velocidad relativamente baja es liviano, sin embargo, con un exceso de velocidad se endurece

(https://www.youtube.com/watch?time_continue=73&v=2fng6gCjI58&feature=emb_logo)



Imagen 10. Badén Inteligente de velocidad (BIV) con fluido no newtoniano