

DEMO 70

TURBULENCIA



Autor de la ficha	Roberto Pedrós
Palabras clave	Turbulencia; número de Reynolds; fluidos
Objetivo	Comprender la utilidad del número de Reynolds para predecir la ocurrencia de turbulencia
Material	Dos botellas de agua, dos jeringuillas con agujas de distinto radio, agua, colorante alimentario; papel de celofán
Tiempo de Montaje	Menos de 5 minutos
Descripción	<p><i>Turbulencia</i></p> <p>La turbulencia en los fluidos consiste en una variación caótica de sus propiedades. Aparecen remolinos y bruscos cambios en la presión y la velocidad con el espacio y el tiempo. No existe una teoría general que describa la turbulencia, por lo que el enfoque que se sigue es empírico.</p> <p>Reynolds difundió el uso de una magnitud adimensional y empírica cuyos valores predecían la ocurrencia o no de turbulencia. En el caso de un fluido de densidad ρ y viscosidad η que se mueva a la velocidad media v por una conducción de diámetro D, el número de Reynolds se define como</p> $N_R = \frac{\rho D v}{\eta} \quad (1)$ <p>Los valores varían dependiendo de la estabilidad de la velocidad y de lo lisa que sea la pared de la conducción, pero generalmente se acepta que</p> <ul style="list-style-type: none"> - $N_R < 2000$ régimen laminar (sin turbulencia). Si las fuerzas exteriores cesan bruscamente, el fluido se detiene. Si las fuerzas exteriores se invierten, se invierte el sentido de movimiento. Es más, una gota de tinta que se deshiciera en régimen laminar, se volvería a formar al invertir el sentido del movimiento (experimento de G.I. Taylor) - $2000 < N_R < 3000$ régimen transitorio. El régimen es laminar pero el fluido ya no es reversible. Al detenerse las fuerzas exteriores el fluido sigue moviéndose un cierto tiempo por inercia. - $N_R > 3000$ régimen turbulento <p><i>Procedimiento</i></p> <p>Se ha practicado un pequeño orificio en el tapón de las botellas y se ha tapado con celo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar parcialmente la jeringuilla con la aguja más pequeña con colorante alimentario. Atravesar el celofán que sella el agujero del tapón e inyectar muy despacio el colorante en el agua. Se observará que los primeros centímetros el régimen se aproxima mucho al laminar, por lo que el colorante se desplazará en línea recta. Si la velocidad es pequeña,



	<p>reducimos el número de Reynolds (ecuación 1) y podemos encontrarnos en régimen cercano al laminar. Si incrementamos la velocidad del colorante inyectando con más fuerza, observamos que rápidamente aparece turbulencia.</p> <p>2. Llenar parcialmente de colorante la jeringuilla que tiene una aguja de mayor diámetro. Atravesar con la aguja el celofán que sella el agujero del tapón de la segunda botella. Observamos que, a pesar de inyectar el colorante muy despacio, observamos siempre un comportamiento turbulento. No conseguimos reducir suficientemente el número de Reynolds como para observar el régimen laminar.</p> <p>Así observamos la dependencia del diámetro de la conducción y de la velocidad del fluido en la aparición de turbulencias.</p>
<p>Comentarios y sugerencias</p>	<p>El experimento de G.I. Taylor puede verse online en el minuto 10 del link http://www.learner.org/courses/physics/video/vid_byunit.html?unit=8</p> <p>Se recomienda que el profesor haga el experimento antes de clase para practicar con las jeringuillas</p>
<p>Advertencias</p>	<p>(1) Es importante que la velocidad con la que se inyecte el colorante sea lo más baja posible. De otra manera sólo se observarán turbulencias.</p> <p>(2) Se han de llenar las botellas de agua antes de realizar el experimento.</p> <p>(3) El colorante alimentario mancha la ropa y las manos. Se recomienda proceder con precaución utilizando bata de laboratorio y guantes. En materiales no absorbentes las manchas se limpian con agua.</p>