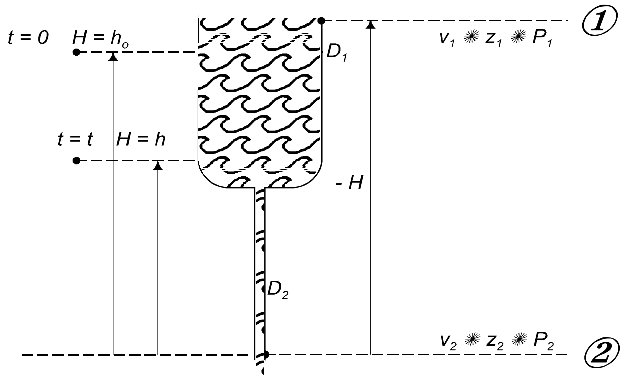
Descarga de un tanque a través de un tubo vertical: Viscosidad

Objetivos:

- Estudiar la variación de la altura de un líquido viscoso con el tiempo en el interior de un tanque que descarga a través de un tubo.
- Determinar el valor de la viscosidad del líquido aplicando un balance de energía mecánica al sistema.

Esquema:

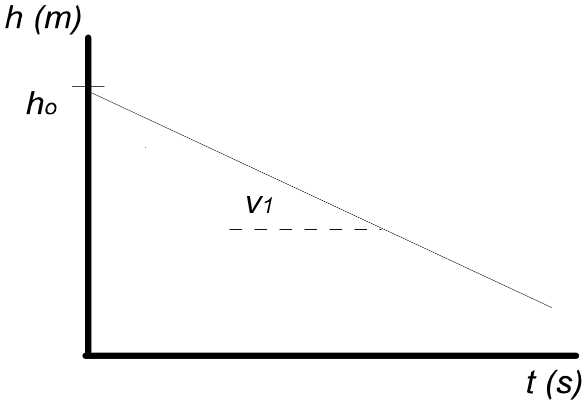


<table>
<tr><th colspan="2">Ecuación de Bernuilli</th></tr>
<tr><td colspan="2">$$\left(\frac{v_2^2}{2\alpha} - \frac{v_1^2}{2\alpha}\right) + g\,(z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) + \Sigma F = W \left[\frac{J}{kg}\right]$$</td></tr>
<tr><td>Particularidades</td><td>Resultado</td></tr>
<tr><td>$v_1 << v_2$</td><td>$\frac{v_2^2}{2\alpha} + g\,(z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) + \Sigma F = W$</td></tr>
<tr><td>$P_2 = P_1$</td><td>$\frac{v_2^2}{2\alpha} + g\,(z_2 - z_1) + \Sigma F = W$</td></tr>
<tr><td>$W = 0$</td><td>$\frac{v_2^2}{2\alpha} + g\,(z_2 - z_1) + \Sigma F = 0$</td></tr>
<tr><td>$z_2 - z_1 = -H$</td><td>$\frac{v_2^2}{2\alpha} - g\,H + \Sigma F = 0$</td></tr>
<tr><td>Término cinético despreciable
frente a pérdidas por rozamiento
(comprobar)</td><td>$H = \frac{\Sigma F}{g}$</td></tr>
<tr><td>Ecuación de Fanning
para régimen laminar
(comprobar)</td><td>$H = \frac{32\,L\,\mu}{\rho\,g\,D_2^2}\,v_2$</td></tr>
</table>

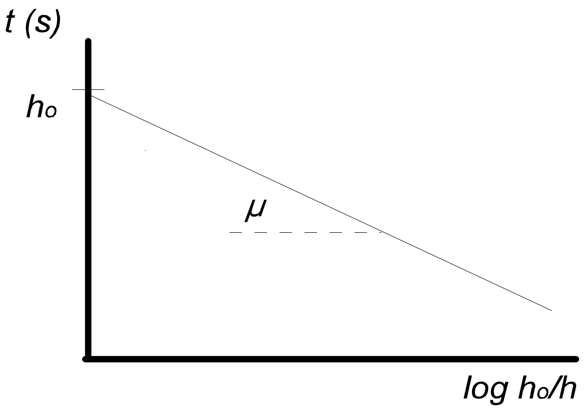
Medida de la variación del nivel del tanque	
Ecuación de continuidad	$v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1 = \frac{D_1^2}{D_2^2} \frac{dH}{dt}$
Ecuación para integrar	$H = \frac{32 \; L \; \mu \; D_1^2}{\rho \; g \; D_2^4} \frac{dH}{dt}$
Límites de integración	$t = 0 \quad H = h_o$ $t = t \quad H = h$
Ecuación integrada	$t = \frac{73{,}683 \; L \; D_1^2}{\rho \; g \; D_2^4} \mu \left(\log \frac{h_o}{h} \right)$

Longitud del tubo, **fijada**	$L \; (m)$
Diámetros de depósito y tubo, **fijados**	$D_1 \; , \; D_2 \; (m)$
Densidad del líquido, **fijada**	$\rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)$
Variación de la altura: **medidas en función del tiempo**	$t \; (s)$ $h \; (m)$

Obtención de la velocidad:



Obtención de la viscosidad:



Cálculo de $Re_2 < 2.100$	Comprobación de régimen laminar
Cálculo de ecuación de Fanning para régimen laminar	Comprobación de término cinético despreciable frente a pérdidas por rozamiento