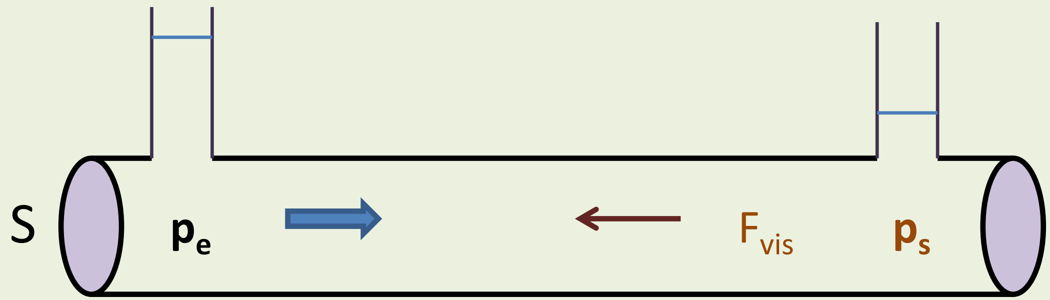
Fluidos reales (viscosos)

Un **fluido real**, tambien se dicen **viscoso.**

La **viscosidad** en los fluidos aparece como una **resistencia al movimiento** , es decir, aparecen **fuerzas de rozamiento** en el fluido que se oponen al movimiento del mismo.



Este es un **tramo horizontal** de una tuberia de seccion **S uniforme**. Si el fluido fuese **ideal (no viscoso)**, la **presion** seria **la misma** a lo largo de la tuberia (**$p_e = p_s$** ; **Bernoulli**). Cuando el fluido que circula es **viscoso**, aparecen fuerzas de rozamiento (**fuerzas viscosas**), **paralelas** y de **sentido contrario** a su movimiento. Como consecuencia, se produce una **caida de la presion** en el sentido de movimiento del **liquido,** es decir:

$p_s < p_e$; caida de presion: $\Delta p = p_e - p_s$

Ley de Ohm para hidrodinamica

- **Solo vale para fluidos viscosos**: Si se cumple que el **Q** es **constante** (**flujo estacionario**), y el **flujo** es **laminar** (sin torbellinos), entonces, para un tramo de **tuberia horizontal** y de **seccion uniforme** vale:
- Δp es proporcional al Q es decir, $\frac{\Delta p}{Q} = \text{constante}$

$$\frac{\Delta p}{Q} = R \quad \text{(Resistencia hidrodinamica)}$$

R depende de la **geometria** de la tuberia, su longitud **L** y su seccion **S** y de la **viscosidad** del fluido que circula por la tuberia.

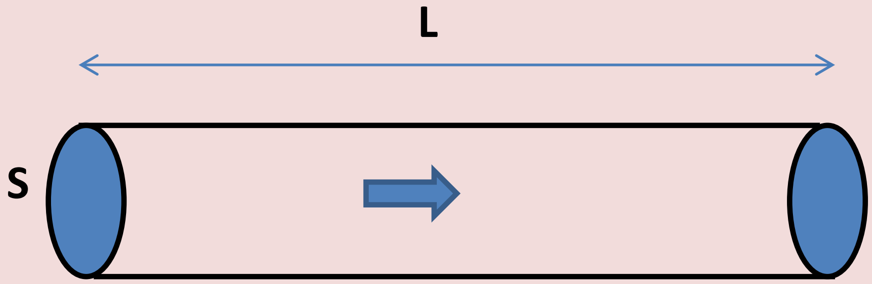
$$[R] = [\Delta p] / [Q] = (Pa)/(m^3/s) = Pa.s/m^3$$

Simbolo:

R

Ley de Poiseuille (tuberias de **seccion circular**)

- Da una expresion para la resistencia **hidrodinamica** de una tuberia de **seccion circular** uniforme **S** y longitud **L:**



$$\mathbf{R} = \frac{8\pi L\eta}{S^2}$$

Como la seccion de un circulo **S** = $\boldsymbol{\pi . r^2}$ **:**

$$\mathbf{R} = \frac{8L\eta}{\pi r^4}$$

η es la **viscosidad** del liquido que fluye por la tuberia: [η] = Pa.s

Unidades en que se mide la **viscosidad :**

[η] = Pa.s (SI) ;   Centipoise: **cp** ;   1 **cp** = 1/1000 **Pa.s** = 10^{-3} **Pa.s**

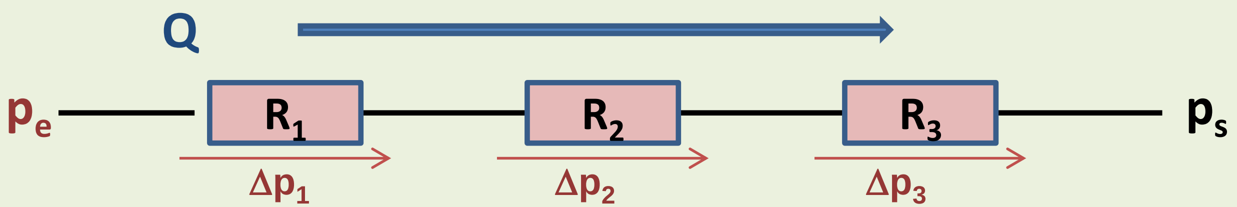
Ejemplos: η_{agua} = 1 cp (20ºC) ; η_{sangre} = 3 cp (37ºC)

La viscosidad depende de la **temperatura.** En la mayoria de los liquidos, **disminuye** con la temperatura.

<u>Conexión de tuberias</u> (resistencias hidrodinamicas)

- <u>Conexión de tuberias en **serie**</u> **:** Cuando se disponen una a continuacion de la otra:

Supongamos que conectamos 3 tuberias de resistencias $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$ y $\mathbf{R_3}$ en serie:



En este tipo de conexión se cumple:

1- El caudal **Q** es **igual** en las 3 (o en todas)las resistencias conectadas en **serie** (vale por la **conservacion del caudal**).

2-La caida de presion **Δp** entre la **entrada** y la **salida** es igual a la **suma** de las **caidas de presion** en cada una de las resistencias:

$$\Delta p_{e,s} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = Q.(R_1 + R_2 + R_3) \longrightarrow \frac{\Delta p_{e,s}}{Q} = R_{e,s} = R_1 + R_2 + R_3$$

<u>Resistencia equivalente serie</u>: R_{es}

$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3$

En general, si conecto **N** resistencias en serie; $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$,…., $\mathbf{R_N}$ **:**

$R_{es} = R_1 + R_2 + \ldots. + R_N$

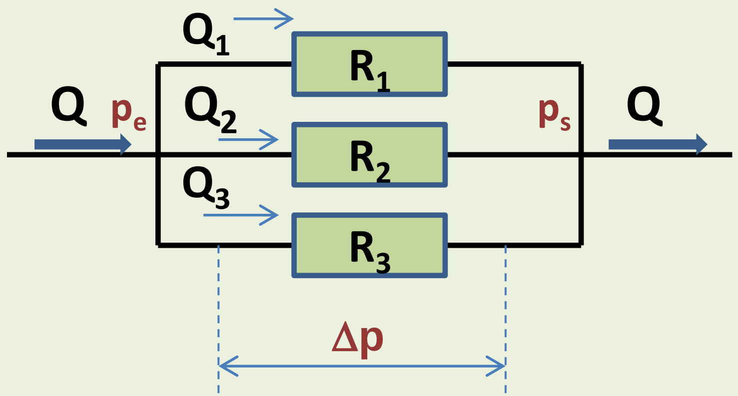
Observar que este modo de conexión **aumenta** el valor de la resistencia equivalente.

Si todas las **N** resistencias son **iguales** y valen **R:**

$R_{es} = N.R$

Conexion de tuberias (o **resistencias**) en **paralelo**

Supongamos que las 3 resistencias $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$ y $\mathbf{R_3}$ las conectamos en **paralelo.**



Al conectar resistencias **en paralelo** se cumple:

1-El caudal **Q** se divide, y por la **conservacion del caudal**: $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q$.

2-En **todas** las resistencias **en paralelo** (3), tengo la misma **caida de presion.**

En cada resistencia se cumple la ley de Ohm, entonces:

$$R_1 = \frac{\Delta p}{Q_1} \quad ; \quad R_2 = \frac{\Delta p}{Q_2} \quad ; \quad R_3 = \frac{\Delta p}{Q_3}$$

Si reemplazo las 3 resistencias, por una **unica resistencia, equivalente** a estas tres:

$$R_{ep} = \frac{\Delta p}{Q}$$

Combinando "1" y "2", se obtiene:

$$\frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Y en general, para **N** resistencias conectadas **en paralelo:**

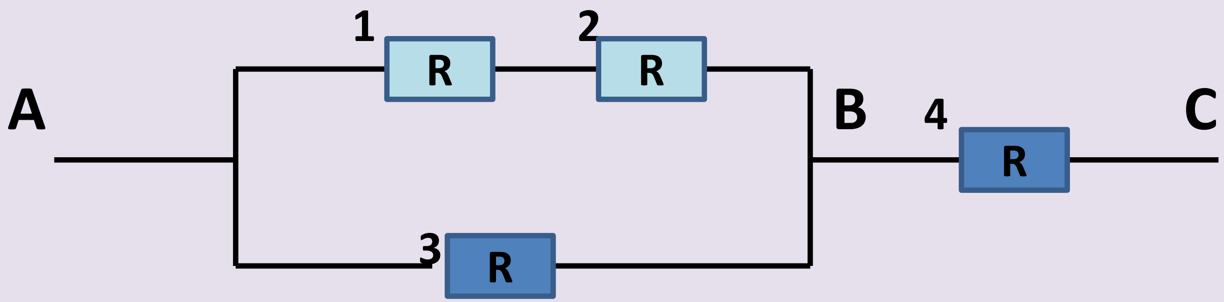
$$\frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$

Si las resistencias son todas **iguales**, y valen **R**:

$$\frac{1}{R_{ep}} = N.\frac{1}{R} \longrightarrow R_{ep} = \frac{R}{N}$$

Combinacion de resistencias en serie y paralelo

Veamos el siguiente ejemplo, de 4 resistencias iguales a **R**, y conectadas de la siguiente forma:

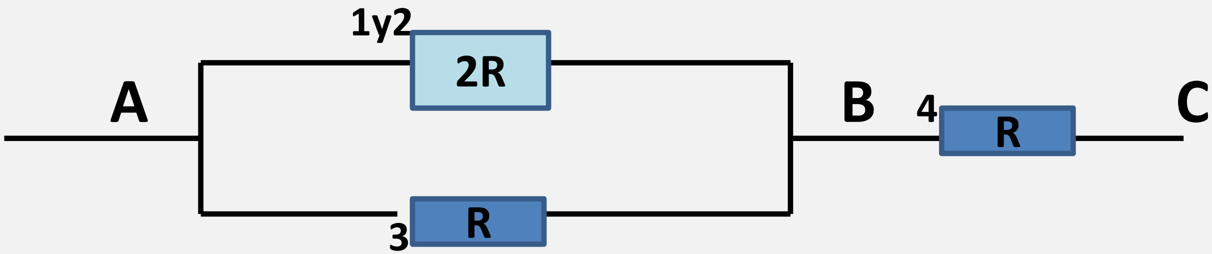


Quiero hallar la **resistencia equivalente** que tengo entre **A** y **C.**

Las resistencias **1** y **2** estan en **serie,** las puedo reemplazar por su resistencia equivalente, que valdra **2R** (la llamo **1y2**). Me queda el siguiente **circuito equivalente**:

Circuito equivalente

Asi queda



En **este** circuito, puedo ver que las resistencias **1y2** (vale **2R**) y la **3** estan en **paralelo.** Como ambas estan conectadas entre **A** y **B,** las reemplazo por su **resistencia equivalente paralelo,** que voy a llamar $\mathbf{R_{AB}}$.

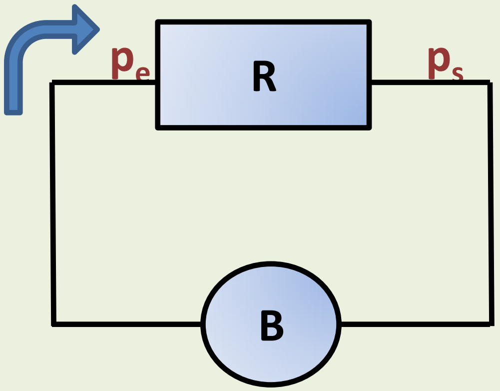
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{2R} \longrightarrow R_{AB} = \frac{2}{3} R$$

Finalmente, $\mathbf{R_{AB}}$ esta en serie con **4** (que vale **R**), es decir, me queda este circuito equivalente:

$$R_{AC} = \frac{2}{3} R + R = \frac{5}{3} R = 1{,}67R$$

Potencia de bombeo

Para transportar un fluido se necesita mantener una **diferencia de presion Δ_P** constante. Se consigue con **bombas hidraulicas.** Si el caudal que circula es **Q:**



$$P_{ot} = \Delta_P . Q \; ; \qquad \Delta_P = Q.R$$

$$P_{ot} = Q^2.R = \Delta_P{}^2 / R$$

P_{ot} es la potencia que entrega la **bomba** al **circuito hidraulico.**