

# Hagenův-Poiseuillův zákon

**Hagenův-Poiseuillův vztah** (čti *hagen, poazej*) říká, že objemový tok  $Q$  (objem za čas) tekutiny v trubici je přímo úměrný rozdílu tlaků  $\Delta P$  na začátku a na konci trubice

$$Q = \frac{\Delta P}{R}$$

Konstanta úměrnosti  $R$  vyjadřuje odpor. Zahrnuje v sobě viskozitu tekutiny  $\eta$ , čtvrtou mocninu poloměru trubice  $r$  a délku trubice  $L$  podle vztahu:

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

Kombinací těchto dvou rovnic do jedné získáme *Hagenův-Poiseuillův vztah* v plném tvaru:

$$Q = \frac{\Delta P \cdot \pi r^4}{8\eta L}$$

Hagenův-Poiseuillův vztah můžeme přirovnat k Ohmovu zákonu v elektřině: rozdíl tlaků odpovídá elektrickému napětí, objemový tok odpovídá elektrickému proudu a odpor trubice elektrickému odporu.

Závislost odporu  $R$  (a tedy i objemového toku  $Q$ ) na vysoké mocnině poloměru  $r$  má praktický význam při regulaci toku krve cévou – i malé zúžení arterioly vede k rychlému snížení průtoku krve (viz dále).

 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Hagenův-Poiseuillův zákon/Odvození](#).*

## Příklad využití ve fyziologii

Podívejme se na aplikaci tohoto vzorce v ledvině.

- $Q$  je množství krve, které proteče ledvinou za jednotku času (průtok)
- $\Delta P$  je rozdíl tlaku mezi *a. renalis* a *v. renalis*
- $R$  je celkový odpor renálního krevního řečiště

Je žádoucí, aby průtok  $Q$  zůstal relativně nezávislý na výkyvech krevního tlaku v těle. Na druhé straně ale  $\Delta P$  závisí na tlaku krve. Zvýší-li se  $\Delta P$  (vlivem změny krevního tlaku), pak by měl následovat vzestup  $Q$ . Vzestup tlaku v cévách ledviny ale reflexně vyvolá jejich vazokonstrikci, tedy zmenšení poloměru cévy  $r$ . Menší poloměr znamená výrazné zvýšení (čtvrtá mocnina) odporu  $R$ . Nárůst odporu (jmenovatel) tedy vykompenzuje nárůst tlaku (čitatel), čímž se průtok prakticky nezmění. Tento mechanismus se nazývá **myogenní autoregulace**.

## Odkazy

### Související články

- Stokesův zákon
- Viskozita
- Newtonovská kapalina

### Použitá literatura

- CHMELÍK, František. *Skript k předmětu Fyzika I* [online]. [cit. 2010-06-18]. <<https://material.karlov.mff.cuni.cz/people/hajek/skripta/>>.
- KITTNAR, Otomar, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2003. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.