Bár szinte az egész környezetünk és jómagunk is telistele vagyunk áramló folyadékokkal és gázokkal – gondoljunk csak a zord téli szelekre vagy az ereinkben keringő vérre –, mégis a tanulmányaink során elég kevés szó esik ezekről a jelenségekről. A méltóságteljesen hömpölygő Dunát vagy a szél által felkavart porfelhő örvénylését szemlélve valóban úgy érzi az ember, hogy a jelenség már olyan bonyolult, hogy ezen a megállapításon kívül már nem sokat lehet róla mondani. Hogy azért mégis van rend és törvény ebben a kavargó világban is, azt egy egyszerű példán szeretnénk bemutatni.

A fizikusok ugyan felírtak egy a jelenséghez méltóan bonyolult egyenletet – az úgynevezett Navier–Stokes-egyenletet –, amelyet azonban mi itt fel sem merünk írni, de amelynek van egy nagyon érdekes tulajdonsága, tudniillik az, hogy csupán egyetlen az anyagra és az áramlásra *együttesen* jellemző paramétertől, az úgynevezett Reynolds-számtól függ.

Mielőtt azonban a Reynolds-számról részletesebben beszélnénk, egy hasonlattal szeretnénk megvilágítani, hogy mit is jelent az az állítás, hogy egy fizikai folyamat bizonyos számú paramétertől függ. Vajon a szabadesés hány paramétertől függ? Első pillanatban azt gondolhatjuk, hogy kettőtől: a g-től, a gravitációs térerősségtől és a h-tól, az esés magasságától. Ezek ismeretében valóban pontosan megadható bármely pillanatban a szabadon eső test helyzete vagy az esés összideje. Ez azonban pazarlás, ha jól meggondoljuk a fizikai folyamat lényegének a leírásához egyetlen paraméterre sincs szükség. Ugyanis elegendő egyetlen „mintakísérlet” elvégzése egy „mintabolygón”, ahol a $g = 1\ \mathrm{cm/s^2}$. Ha ugyanis ismerjük a $h = 1$ cm magasságból való szabadesés időbeli lefolyását, akkor ezzel le tudjuk írni bármilyen homogén gravitációs térben az összes szabadesést. Nem kell mást csinálni, mint alkalmas mértékegységeket bevezetni. Ennek illusztrálására írjuk fel a szabadesést a közönséges és a „minta-mértékegységekben”. Az új egységek:

$$1\ [\text{„minta-centiméter”}]=\mathrm{h}\ [\mathrm{cm}],$$
$$1\ [\text{„minta-cm”}]/[\text{„minta-s”}]^2=\mathrm{g}\ [\mathrm{cm}]/[\,\mathrm{s}\,]^2,$$

ebből

$$1\ [\text{„minta-s”}] = \frac{\sqrt{h}}{\sqrt{g}}\ [\,\mathrm{s}\,].$$

A továbbiakban csak az idézőjellel jelezzük a mintaegységet:

	Közönséges egys.	„Mintaegységek”	Mintabolygón mintaesés közönséges egységekben
Az út–idő összefüggés	$\mathrm{s[cm]} = \frac{\mathrm{g}}{2}\frac{[\,\mathrm{cm}\,]}{[\,\mathrm{s}\,]^2}\mathrm{t[s]}^2$	$s'[\text{„cm”}] = \frac{1}{2}\frac{[\text{„cm”}]}{[\text{„s”}]}\cdot$ $\cdot \mathrm{t}'^2[\text{„s”}]^2$	$\mathrm{s} = \frac{1}{2}\mathrm{t}^2$
Az esés ideje	$\mathrm{t[sec]} = \sqrt{\frac{2\mathrm{h[cm]}}{\mathrm{g[cm/s^2]}}}$	$\mathrm{t}'[\text{„s”}] = \sqrt{2}[\text{„s”}]$	$\mathrm{t} = \sqrt{2}[\,\mathrm{s}\,]$

Vagyis a „mintaegységekben” pontosan olyan a folyamat lefolyása, mint a mintafolyamaté a közönséges egységekben.

Pontosan ilyen értelemben kell felfogni azt a kijelentést, hogy a hidrodinamikai folyamatok leírására elegendő egyetlen paraméter. Hogy ebben az esetben semmilyen ügyeskedéssel sem lehet ettől a paramétertől megszabadulni, az jelzi azt a tényt, hogy mennyivel bonyolultabb jelenséggel állunk szemben. A szabadesés független az anyagi minőségtől, a hidrodinamikai áramlás azonban „függ” ettől, de a dologban éppen ennek a függésnek a különleges volta az érdekes, ugyanis ez valamiféle „relatív” függés, mert például bizonyos esetben a víz úgy viselkedhet, mint a méz; a méz pedig, mint a levegő.

Hogy konkrétabban beszélhessünk, vizsgáljunk egy speciális elrendezést. Helyezzünk a v cm/s sebességgel áramló ϱ g/cm^3 sűrűségű η g/cm $\cdot$ s belső súrlódású folyadék útjába egy D átmérőjű hengert. Az η ne nagyon izgasson fel senkit, valami olyan dologra kell gondolni, hogy az a két szilárd test egymáson való elcsúszására jellemző μ súrlódási együtthatónak megfelelő anyagi állandó a folyadék esetén. (Részletesebben lásd: K. M. L. 31. kötet 33. old.)

Látható, hogy a közönséges egységekben ez négy paraméteres probléma, de a fizikai lényeget tekintve ezeket egyetlen paraméterbe lehet sűríteni, ez az a bizonyos Reynolds-szám:

$$R = \frac{\varrho}{\eta}Dv.$$

Nyilvánvalóan most is ugyanúgy, mint a szabadesésnél új egységek bevezetésével küszöbölhetjük ki a v-t és a D-t. De a hidrodinamikában nem lehet ilyen egyszerűen eljárni, ugyanis a „mintaegységekben” felírt áramlás nem egyezik meg azzal az áramlással, amelyet ugyanannak a folyadéknak a mintaberendezésben ($D = 1$ cm és $v = 1$ cm/s) való áramlása esetén tapasztalunk. A hidrodinamika alaptörvényeiből ugyanis az következik, hogy most is célszerű ugyan a „mintaegységek" használata – hisz ezzel a négyből kiküszöbölhetünk két paramétert –, de a mintaegységekben leírt áramlás csak akkor fog megegyezni a mintaberendezésbeli ($v = 1$ cm/s, $D = 1$ cm) áramlással, ha abban egy másik folyadékot áramoltatunk, amely folyadék *fajlagos* belső súrlódásának a reciproka – a ϱ/η hányados – egyenlő az eredeti folyadék Reynolds-számával. Tömören ezt úgy fogalmazhatjuk meg, hogy két folyadék áramlása a mintaegységekben akkor egyezik meg teljesen, ha a közönséges egységekben felírt Reynolds-számok megegyeznek.

Látható, hogy a Reynolds-szám reciproka éppen a mintaberendezésbeli mintafolyadék fajlagos belső súrlódásával egyenlő. Mivel itt csak a fajlagos belső súrlódás, vagyis az η és a ϱ hányadosa jelenik meg, ezért csökken le végül is a paraméterek száma egyre. Gondoljuk csak el, micsoda nagy jelentősége van ennek! Ha ugyanis ismerjük egyetlen 1 cm átmérőjű csőben a különböző folyadékok áramlási képét, amikor mondjuk a cső közepén 1 cm/s az áramlás, akkor ezzel tetszőleges átmérőjű csőben, tetszőleges sebességű tetszőleges folyadék esetén ismerjük az áramlást. Ugyanis nem kell mást csinálni, mint az áramlást „mintaegységekben" felírni, és a mintaberendezésben azt a folyadékot kell áramoltatni, amelynek a fajlagos belső súrlódása egyenlő a vizsgált áramlás közönséges egységekben felírt Reynolds számának a reciprokával. Vegyük észre, hogy a *geometriailag* hasonló berendezések közül *bármelyiket* választhatjuk mintaberendezésnek (vagyis például azt a csövet, amelynek a *sugara* 1 cm, és a víz *átlagsebessége* 1 cm/s), ugyanis ez nem változtatja meg a minta- és a közönséges egységek váltószámát, így változatlan marad a mintafolyadék is. Nem szabad viszont két különböző, geometriailag nem hasonló áramlás Reynolds-számait összekeverni vagy egymással összehasonlítani. Vegyük például azt az esetet, amikor egy v-sebességű áramlásba D átmérőjű gömböt helyezünk, vagy egy R-sugarú csövön keresztül való áramlást. Nyilvánvaló, hogy hiába egyezik meg két áramlás esetén a Reynolds-szám, ebből nem vonhatunk le semmilyen következtetést, hiszen a két alakzat geometriailag nem hasonló egymáshoz. A félreértések elkerülése végett ezért a Reynolds-számot úgy definiáljuk, hogy:

$$R = \frac{\varrho}{\eta} \cdot (\text{jellemző távolság}) \cdot (\text{jellemző sebesség}).$$

Hogy a gyengébb idegzetűeket még jobban kétségbe ejtsük, végezetül hadd áruljunk még el annyit, hogy a fentebb elmondottak csak akkor érvényesek, ha a sebességek kicsik a hangsebességhez képest. Nagyobb sebességek esetén ugyanis két geometriailag hasonló áramlás csak akkor lesz dinamikailag hasonló, ha az áramlási sebesség és a hangsebesség hányadosa, az ún. Mach-szám és a Reynolds-szám azonos. (Irodalom: *Szücs Ervin:* Hasonlóságelmélet. Műszaki Kiadó.)