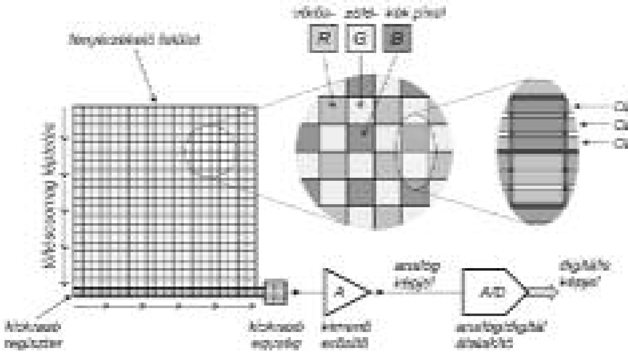


6. ábra
A CCD képérzékelő chip felépítése

Irodalom

1] *Birdie:* Érzékelők I. és II; Digicam, http://index.hu/tech/digicam/cikkek
2] *Birdie:* Hibás pixelek.; Digicam, http://index.hu/tech/digicam/cikkek
3] *Brolly, R. –Carpenter, D. – Guy, T. – Putnam, G. – Hironobu, M.:* New 640 x 480 Image Sensor Achieves 120 Full-Resolution Images-per-Second.; Eastman Kodak Company, Rochester, New York, USA; Yokohama, Japan
4] *Fűrész G.:* CCD alapismeretek I., II., és III.; A Magyar Csillagászati Egyesület CCD-s szakcsoportjának honlapja, http://ccd.mcse.hu/ccdalap
5] *Kaucsár M.:* A digitális fényképezőgép III. rész, Firka 2003-2004/1
6] *Putnam, G. – Kelly, S. – Wang, S. – Davis, W. – Nelson, E. – Carpenter, D.:* Photography with an 11-megapixel, 35-mm format CCD.; Eastman Kodak Company, 1999 Lake Avenue, Rochester, NY, USA
7] *Tulloch, S.:* Introduction to CCDs; Advanced CCD Techniques; Use of CCD Cameras; smt@ing.iac.es

Kaucsár Márton

tudod-e?

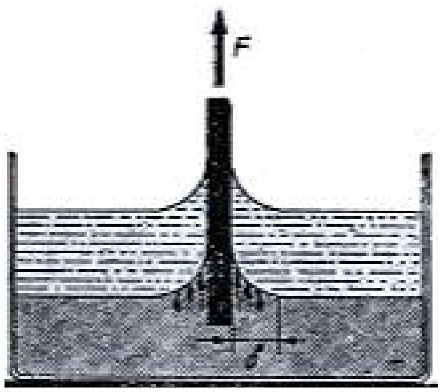
Áramlások, örvények és egyéb érdekes jelenségek

III. rész

Reális folyadékok (gázok), belső súrlódás

A mindennapi gyakorlatból arra következtethetünk, hogy az áramló folyadékok nem mindig viselkednek ideális fluidumként, mivel a mozgó folyadékrészecskék (molekulák) között olyan súrlódási erők hatnak, amelyeknek a hatása nem hanyagolható el. A folyadék belsejében ható súrlódási erők jelenlétét a következő kísérlettel igazolhatjuk.

Az 20. ábrán látható üvegedényben néhány centiméter magas, tintával festett glicerin található, efölött festetlen glicerin réteg helyezkedik el. Az edényben levő glicerinbe, az ábrán látható módon, egy fémlemezt helyezünk, melyhez egy dinamométer csatlakozik. A dinamométerrel lassú, egyenletes mozgással kihúzzuk a fémlemezt. A dinamométerről leolvasható a lemez kihúzásakor kifejtett erő nagysága. Azt tapasztaljuk, hogy a lemez súlyánál nagyobb erőt kellett kifejteni a lemez kihúzásakor. Azt is figyelembe vehetjük, hogy a lemezre hat a felhajtó erő, amely csökkenti az emelőerő nagyságát.



20. ábra

A súly fölötti erőtöbbletből arra következtethetünk, hogy a folyadékban mozgó testre (fémlemezre), a folyadék egy sajátos erőhatást fejtett ki. Hogyan magyarázható ennek az erőnek a létrejötte?

Amint az ábrán is látható, a fémlemezzel közvetlenül érintkező folyadékréteg hozzá tapad a lemezhez, tehát azzal együtt mozog ugyanazzal az állandó **v** sebességgel, amely a lemez mozgását jellemzi. Ha megfigyeljük az ábrán, a folyadék belsejében lévő, színes glicerin határfelületének az alakját a lemez közelében (a nyilak által mutatott görbült vonal), akkor nyilvánvalóvá válik, hogy a folyadékrétegek csak egy bizonyos $\boldsymbol{\delta}$ távolságig követik a lemez mozgását. Az ábrán látható nyilak mutatják, hogy a lemeztől távolodva az egyes folyadékrétegek sebessége csökken. A lemeztől $\boldsymbol{\delta}$ távolságra a folyadék már nem követi a lemez mozgását. A mozgó lemez által kiváltott folyadék mozgás, az egyes folyadékrétegek, végső fokon a folyadék molekulái között fellépő súrlódás következménye. A lemez mozgatása következtében létrejött folyadékelmozdulást a következőképpen magyarázhatjuk. A lemezzel érintkező folyadékmolekulák egy réteget képeznek, amely szorosan rátapad a lemezre és azzal együtt mozog. Ennek a rétegnek a mozgási sebessége mérhető és a mérési eredmények szerint az megegyezik a lemezével. Ez a folyadékréteg a vele érintkező molekulákat (amelyek ugyancsak egy rétegbe tömörülnek) a súrlódás folytán maga után húzza, de ez a réteg már kisebb sebességgel fog mozogni mint az őt mozgató réteg, mivel a vele határos másik molekularéteggel is súrlódik. Ez a folyamat így folytatódik rétegről rétegre, csökkenő sebességgel, míg egy bizonyos távolság után a sebesség nullára csökken.

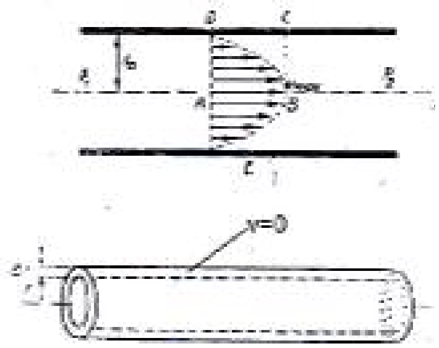
A reális folyadékoknál fellépő belső súrlódási erő törvényének a meghatározása Newton nevéhez fűződik. E törvény szerint az **F** belső súrlódási erő két **S** felületű folyadékréteg között, ha azok egymástól **l** távolságra vannak és a két réteg közötti relatív sebesség **v** a (11)-es összefüggéssel fejezhető ki :

$$F = \eta S \cdot \frac{v}{l} \tag{11}$$

Ahol $\boldsymbol{\eta}$ a folyadék belső súrlódási együtthatója (viszkozitása), minden folyadékra jellemző fizikai állandó, mértékegysége kg/m s. Vannak olyan szilárd halmazállapotú amorf anyagok, amelyek fizikai szempontból nagy viszkozitású folyadékoknak tekinthetők, ezek közé tartozik a viasz, a szurok, az aszfalt. Például a szurok, amely szobahőmérsékleten rideg és ütésre törik, üveglapra téve, néhány hónap alatt szétterül, tölcsérbe helyezve néhány év alatt átfolyik a tölcséren. A folyadékok viszkozitása nagy mértékben csökken a hőmérséklet növekedésével, a gázok viszkozitása viszont növekszik.

Réteges (lamináris) áramlás

Kis átmérőjű (vékony) és hosszú csövekben, kis áramlási sebességnél a folyadékok réteges áramlása alakul ki. A cső falával érintkező vékony folyadékréteg (folyadék cső) sebessége zéró, a szomszédos folyadékrétegek sebessége a cső közepe felé fokozatosan nő, és a cső tengelye mentén lesz a legnagyobb. Az áramlási csőben kialakult sebességeloszlást a 21. ábra tünteti fel. A sebességeloszlásra egy „ parabolikus sebességprofil " adódik, ez mérésekkel igazolható, de a modellszámítások is ezt igazolják.



21. ábra

Mivel lamináris áramlás esetén rétegenként változik a sebesség, az áramlás jellemzésére bevezethetjük az átlagos sebesség fogalmát. A $\mathbf{v_a}$ átlagos, vagy közepes sebesség alatt az áramlási cső bármely keresztmetszetének egységnyi felületén átáramló folyadék térfogatot értjük:

$$v_a = \frac{Q_v}{S} = \frac{Q_v}{\pi \cdot r_0^2} \tag{12}$$

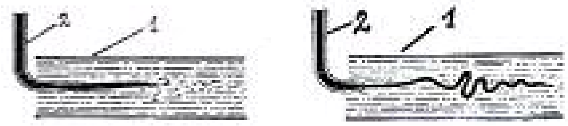
Az áramlási csőben válasszunk ki egy cső alakú folyadékréteget és vizsgáljuk meg, hogy az áramlás irányában a rétegre milyen erők hatnak. A súrlódás folytán fellépő energiaveszteség miatt más lesz a nyomás a réteg (cső) elején és végén. Ezért a mozgás irányában hat egy sztatikus nyomáskülönbségből származó nyomóerő. Ezen kívül még hat a szomszédos (vele érintkező) belső és külső rétegtől származó gyorsító ill. lassító súrlódási erő, melynek értéke Newton súrlódási törvénye alapján megadható. A réteg egyenletes mozgása miatt e három erő eredője nulla kell, hogy legyen. Ebből a feltételből levezethető a parabolikus sebességeloszlás képlete, valamint a (13)-as összefüggés a *Poisseuille-törvény,* amely megadja, hogy $\mathbf{t}$ idő alatt az $\mathbf{r_0}$ sugarú és l hosszúságú áramlási csövön a η viszkozitású folyadékból mekkora térfogat áramlik át egy adott keresztmetszeten, ha a cső eleje és vége között a nyomáskülönbség $\mathbf{p_1 - p_2}$.

$$Q_v = \frac{\pi \cdot r_0^4}{8\eta\, l}\left(p_1 - p_2\right) \tag{13}$$

Ezen törvény alapján mérni lehet az *Ostwald-féle* kapilláris viszkoziméterrel a folyadékok belső súrlódási együtthatóját. A Poisseuille-törvény segítségével az élő szervezetek fokozott munkavégző képességének a mechanizmusát meg tudjuk magyarázni. Ha az emberi szervezet hirtelen nagyobb munkavégzésre kényszerül (pl. súlyemelés), akkor a megfelelő izmai több oxigént és tápanyagot igényelnek. Ezeket az anyagokat a vér szállítja az izmokhoz a hajszálereken (kapillárisok). Fokozott munkavégzés esetén a hajszálerek kitágulnak, és a Poisseuille-törvénynek megfelelően, ha a sugaruk kétszeresére nő, akkor az átáramló vér térfogata a 16-szorosára növekszik. Tehát ilyen arányban fokozódik a szervezet munkavégző képessége. Így az élő szervezetek nagyon hatékony energiaadagoló rendszerrel rendelkeznek.

Turbulens áramlás, Reynolds-féle szám

Ha egy csőben a réteges áramlás sebességét növeljük, a kísérletek azt mutatják, hogy egy bizonyos $\mathbf{v_k}$ kritikus sebességértéktől kezdve az áramlás jellege alapvetően megváltozik, átmegy egy igen bonyolult turbulens áramlásba, amely egy nem stacionárius áramlási forma. A 22. ábrán látható berendezéssel jól lehet szemléltetni a két különböző áramlási típust.



a) b)

22. ábra

Az 1-es üvegcsőben nagyon lassan áramló vízbe a 2-es üvegcsőből festet vizet áramoltatunk. A festett víz áramlási sebességét változtatni lehet. Ha az áramlási sebesség a kritikus v_k értéknél kisebb, akkor a 22.a. ábrán látható áramlás alakul ki, amely a réteges áramlás jellegzetes formáját mutatja. Ha a színes víz áramlási sebessége a kritikus sebességnél nagyobb, akkor a 22.b. ábrán látható áramlási képet kapjuk. Látható, hogy az áramfonalak szabálytalanul kanyargó, összekuszálódó görbék. Ez a kép már a turbulens áramlásra jellemző áramvonalakat mutatja. A sebességet tovább növelve a turbulens áramlásba erős örvényképződések alakulnak ki, és az örvénylő áramlás következtében az egész csőben lévő víz átlátszatlanná válik. Az áramlás elveszti stacionárius jellegét, a Poiseuille-törvény nem érvényes, az áramlás hozama kisebb lesz mint lamináris áramlás esetén. A jelenség általános jellemzésére nincsenek egzakt törvényeink, csak sajátos esetekre vonatkozó elég bonyolult empirikus formulákkal írják le a jelenséget. A turbulens áramlásban fellépő örvény-jelenségek már túllépik az eddigi ismereteink határait, mivel ezek sajátosan kaotikus jelenségek.

Hogy mennyire nehezen megoldható problémát jelent az örvényjelenségek fizikai leírása, azt egy tudománytörténeti epizóddal szeretnénk megvilágítani. Werner Heisenberg, a világhírű Nobel-díjas fizikus az 1920-as évek elején, az egyetem elvégzése után felkereste a müncheni egyetem híres professzorát, Arnold Sommerfeldet, azzal a kéréssel, hogy nála szeretne doktorálni és jelöljön ki a számára egy doktorátusi témát. Sommerfeld két témát ajánlott, amelyek közül választhat. Az egyik az „Örvényjelenségek fizikai leírása”, a másik téma, az atomfizika területéről volt, „Több elektronos atomok gerjesztési szintjeinek a kiszámítása”. Heisenberg egy hét gondolkodási időt kért mielőtt döntene. Végül az atomfizikai témát választotta. Döntését akkor azzal indokolta, hogy az atomfizikai témában látja a megoldási lehetőségeket, de az örvényekkel kapcsolatban nem lát semmiféle lehetőséget. Azóta eltelt 80 év, és a felvetett kérdést lényegében azóta sem sikerült megoldani.

Reynoldsnak sikerült még 1883-ban egy kritériumot megállapítani, mely szerint sima kör keresztmetszetű csövekben a lamináris áramlás akkor válik turbulenssé, ha az ún. **R** Reynold-féle szám eléri a kritikus $\mathbf{R_k} = \mathbf{1160}$ értéket. A Reynolds szám egy dimenzió nélküli mennyiség, értékét a (14)-es összefüggés alapján számíthatjuk ki, a képletben szereplő **v** sebesség az átlagsebességet jelenti:

$$R = \rho \cdot r \cdot \frac{v}{\eta} \tag{14}$$

Ismerve a kritikus Reynolds-szám értékét, megadható a kritikus sebesség képlete:

$$v_k = 1160 \cdot \frac{\eta}{\rho \cdot r} \tag{15}$$

Bizonyítható, hogy a Reynolds-szám a mozgási energia és a súrlódási munka hányadosával arányos mennyiség. Sima falú csöveknél az arányossági tényező 1. Ebből következik, hogy R kis értékénél nagy a súrlódási erő, viszont nagy R értékeknél kicsi a súrlódás, ideális folyadéknál nincs súrlódás, R végtelen lesz.

A nagy átmérőjű vízvezeték csövekben a víz általában turbulens áramlással folyik. Egy 1 cm-es sugarú vezetékcsőben a kritikus sebesség v_k= 0,1 m/s. Ha a vízvezeték csapját teljesen megnyitjuk akkor az áramlási sebesség 1,5-2,5 m/s értékek között van (a pillanatnyi víznyomástól függően), tehát a víz ilyenkor turbulens áramlással folyik ki a csapból.

A vérerekben a vér áramlása normális körülmények között lamináris áramlás formájában valósul meg. A néhány mikron átmérőjű hajszálerekben az áramlási sebesség 1-2 mm/s, a kritikus sebesség 10^3 m/s nagyságú, így a hajszálerekben mindig biztosított a lamináris áramlás feltétele, amely a turbulens áramlásnál jobb feltételeket biztosít (nagyobb folyadékhozam, hatékonyabb szabályozás). A legnagyobb átmérőjű vérérben, az aortában az áramlási sebesség 0.6 m/s és itt a kritikus sebesség m/s nagyságrendű, tehát az áramlási sebesség itt már közel van a kritikus értékhez. Ha érszűkület lép fel, és ennek következtében az áramlási sebesség annyira megnő, hogy túllépi a kritikus határértéket, akkor az a veszély áll fenn, hogy az áramlás a nagyobb hozamú lamináris áramlásból átvált a kisebb hozamú turbulens áramlásba.

Puskás Ferenc

Algoritmus, program, alkalmazás, szoftver

A címben szereplő fogalmakat gyakran az informatikusok is egymás szinonimájaként használják, pedig nem azok, önálló, teljesen különböző jelentéstartalommal bírnak. Foglaljuk össze ezek értelmezését és a köztük lévő különbségeket.

Az algoritmus fogalma

*Algoritmus*nak nevezünk bármilyen jól meghatározott számítási folyamatot, amelynek bemenete egy bizonyos érték vagy értékhalmaz, és amely létrehoz egy kimenetet, szintén egy értéket vagy egy értékhalmazt. Az algoritmus tehát számítási lépések sorozata, amelyek a bemenetet kimenetté alakítják át.

Egy algoritmust *helyes*nek nevezünk, ha minden adott konkrét bemenetre helyes kimenetet ad és megáll. Ekkor azt mondjuk, hogy az algoritmus *megoldotta* a számítási folyamatot. Egy algoritmus *helytelen*, ha nem áll meg, vagy nem helyes eredményt ad. Egy helytelen algoritmus is lehet néha hasznos, ha hibaarányát kezelni tudjuk.

Az algoritmusok tulajdonságai:

- általánosság: feladatosztályt képesek megoldani, bármilyen bemenő adatra képesek kimenetet generálni
- végesség: a lépések száma és a végrehajtás ideje véges
- jól definiált: az eljárás minden lépése előre ismert, és minden műveletet előre ismert művelet követ.