

A mérés pontos kivitelezéséhez néhány ötletre, trükkre van szükség. Nehézséget okozhat a feladat végrehajtásához szükséges kisméretű buborék létrehozása. Célszerű a kísérlet végrehajtásához használt vízzel telt kémcsövet olyan gumidugóval lezárni, amelybe előzőleg két vékony csövet (pl. injekcióstűt) szúrtunk. Ezután e két csövecskén engedhetünk a kémcsőbe vizet, ill. levegőt, és így hozhatjuk létre a kívánt méretű légbuborékot. Célszerű a kísérlethez forralt vagy állott vizet használni, így ugyanis elkerüljük, hogy a mérés folyamán a vízben oldott gázok kiváljanak, és újabb apró buborékokat hozzanak létre a cső falán, vagy esetleg a vizsgálni kívánt buborék térfogatát növeljék.

Sokan a sebesség pontosabb mérhetősége érdekében nem kémcsövet, hanem annál jóval hosszabb üvegcsövet (pl. Mikola-csövet) használtak. A csövet célszerű szögmérővel és a cső felső végénél csuklóval ellátott állványra szerelni oly módon, hogy a kívánt dőlésszög beállítása után az üvegcső alsó végét egy mozdulattal megemelve a buborékot a kiindulási helyzetbe juttathassuk, majd a cső végét visszahelyezve elkezdhessük a mérést (*1. ábra*). A sebesség méréséhez jelöljük ki a cső azon részén, amelyen a buborék már egyenletesen mozog, egy viszonylag hosszú szakaszt, és ennek az útnak a megtételéhez szükséges időt mérjük.

1. ábra

Szabó Tibor (Kecskemét, Katona J. Gimn., II. o.t.) eredményeit ismertetjük. A megoldó igen gondos munkával egy 60 cm hosszú, 24 mm átmérőjű rossz fénycsőből készítette el a kísérleti eszközt, és a lezárásnál injekcióstűt használt a légbuborék bejuttatására. Ennek ellenére nem sikerült létrehoznia 2 mm-nél kisebb átmérőjű buborékot. Méréseit 2, 3, 4 és 5 mm-es buborékokkal végezte, a sebességet 40 cm hosszú szakaszon mérte, és a cső α dőlésszögét 10° -tól 90° -ig növelte 10° -os lépésekben. Minden beállítás mellett öt független mérést végzett; a mérési eredmények átlagértékeit a

táblázat, ill. a *grafikon* mutatja. (Az egyes mérési eredmények szórása azt mutatja, hogy a mérés relatív hibája 1–2%-os.) A grafikonról látható, hogy a nagyobb méretű buborékok gyorsabban mozognak, valamint az, hogy a dőlésszög növelésével a buborékok sebessége nő, azonban a függőleges helyzethez közeledve a növekedés üteme egyre csökken.

A buborék átmérője	A buborék ν haladási sebessége [cm/s]								
	$\alpha = 10^\circ$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
$d = 2 \text{ mm}$	4,08	6,73	9,47	11,68	12,92	13,97	14,96	15,95	17,72
$d = 3 \text{ mm}$	5,03	8,94	12,32	15,45	17,02	17,92	18,37	18,41	19,23
$d = 4 \text{ mm}$	5,88	11,46	14,50	16,05	16,84	17,49	18,44	18,93	19,63
$d = 5 \text{ mm}$	8,03	12,35	15,69	16,63	17,17	17,53	18,57	19,20	20,73

2. ábra

A kapott görbék jellegét egy egyszerű modell alapján könnyen értelmezhetjük. Hanyagoljuk el a buborék és az üvegső fala között ható súrlódási erőt, és tegyük fel, hogy a buborékra a csőfal K kényszererején kívül csak a térfogatával arányos F felhajtóerő, valamint a sebességével és a keresztmetszetével arányos kv közegellenállási erő hat (2. ábra). Egyenletes mozgás esetén az erők csővel párhuzamos irányú komponenseinek egyensúlyából az adódik, hogy a buborék sebessége a dőlésszöggel szinuszosan változik, $v \sim \sin(\alpha)$, ami jó összhangban van a mért görbékkel. A

felhajtóerő a térfogattal, a közegellenállási erő pedig csak a keresztmetszettel arányos; ez magyarázza, hogy a nagyobb buborékok gyorsabban mozognak.

3. ábra. Különböző méretű légbuborékok sebessége a szög függvényében

Sok megoldó figyelte arra, hogy nagyobb sebességek esetén a buborékok „rezegve”, ide-oda mozogva emelkednek.

Ez a rezgés azt jelenti, hogy az áramlás turbulenssé kezd válni, ekkor a közegellenállási erő a sebességgel nem lineárisan, hanem négyzetesen nő.