

Buborék mozgásának vizsgálata Mikola-csőben

Mérést végezte: Enyingi Vera Atala
Mérőtárs neve: Fábíán Gábor (7. mérőpár)
Mérés időpontja: 2010. november 5. (12:00-14:00)
Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2010. november 12.

A mérés célja:

A buborék mozgásának vizsgálata a Mikola-csőben különböző hajlásszögek esetén. A mozgásból következtetések levonása a sebességére vonatkozóan.

A mérőeszközök:

- Mikola-cső
- Fém mérővonalzó
- Mikola program

A mérés rövid leírása

A cső melletti vonalzóról leolvassuk az osztáspontok távolságát a fémvonalzó segítségével. Az adatokat bevisszük a számítógépbe, a bekapcsolás után elinduló Mikola programba. A buborék elindítása után minden alkalommal, mikor osztóponthoz ér, Enter-t nyomtam. (A hajlásszöget előzetesen a szögmérő segítségével beállítottam.) Az utolsó osztópont után a gép egyenest illeszt a pontokra, és megadja a korrelációs együttható értékét, és a meredekséget, ami egyenlő a buborék sebességével. Minden hajlásszög esetén két mérést végzünk.

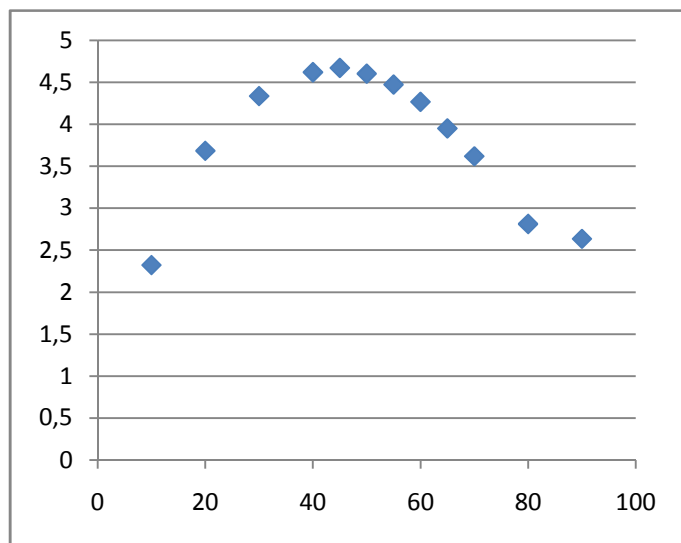
Mérési adatok:

| α hajlásszög [°] | Megtett út [m] | | | | | | | v [cm/s] | korrelációs együttható |
|-------------------------------|----------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------------------------|
| | 0 | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 0,60 | 0,75 | 0,90 | | |
| 10 | 0 | 7,91423 | 13,936 | 20,2002 | 26,5238 | 32,8679 | 39,3562 | 2,32362 | 0,99949 |
| | 0 | 6,39206 | 12,4808 | 18,2781 | 24,3088 | 30,3861 | 36,3847 | 2,48538 | 0,999946 |
| 20 | 0 | 3,94525 | 8,11539 | 12,2008 | 16,1344 | 20,2433 | 24,4629 | 3,68384 | 0,999966 |
| | 0 | 3,91044 | 7,96677 | 12,1866 | 16,1701 | 20,3139 | 24,3556 | 3,68151 | 0,999971 |
| 30 | 0 | 3,42634 | 6,93447 | 10,3841 | 13,7668 | 17,3214 | 20,7478 | 4,33581 | 0,99999 |
| | 0 | 3,44695 | 6,78007 | 10,2564 | 13,6594 | 17,2492 | 20,7834 | 4,33684 | 0,999945 |
| 40 | 0 | 3,24571 | 6,4533 | 9,70754 | 12,9531 | 16,1519 | 19,5347 | 4,61946 | 0,999982 |
| | 0 | 3,12611 | 6,39503 | 9,62001 | 12,8451 | 16,1081 | 19,4382 | 4,628995 | 0,99997 |
| 45 | 0 | 3,10851 | 6,36588 | 9,56471 | 12,7346 | 16,0212 | 19,2463 | 4,66998 | 0,999983 |
| | 0 | 3,0737 | 6,40097 | 9,53863 | 12,7638 | 15,9183 | 19,2639 | 4,67438 | 0,999963 |
| 50 | 0 | 3,25457 | 6,6113 | 9,80431 | 12,9652 | 16,307 | 19,5993 | 4,60217 | 0,999974 |
| | 0 | 3,09693 | 6,28168 | 9,55077 | 12,9015 | 16,1269 | 19,4194 | 4,61802 | 0,999944 |
| 55 | 0 | 3,16108 | 6,57285 | 9,98473 | 13,2564 | 16,7091 | 20,0421 | 4,4722 | 0,999959 |
| | 0 | 3,19634 | 6,50604 | 9,84787 | 13,1634 | 16,59 | 19,9437 | 4,50243 | 0,99996 |
| 60 | 0 | 3,31573 | 6,86481 | 10,4722 | 13,08839 | 17,5203 | 21,005 | 4,26602 | 0,999953 |
| | 0 | 3,37107 | 6,93759 | 10,4165 | 13,8488 | 17,4415 | 20,9264 | 4,29294 | 0,99998 |
| 65 | 0 | 3,69207 | 7,57674 | 11,2542 | 15,0401 | 18,9016 | 22,8129 | 3,95001 | 0,999963 |
| | 0 | 3,40282 | 7,22026 | 11,1107 | 14,8522 | 18,6668 | 22,5311 | 3,97057 | 0,999882 |

| | | | | | | | | | |
|----|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 70 | 0 | 4,02735 | 8,17713 | 12,1198 | 16,3949 | 20,6495 | 24,861 | 3,61875 | 0,999926 |
| | 0 | 3,66481 | 7,9368 | 12,0716 | 16,2038 | 20,4782 | 24,5148 | 3,63732 | 0,999867 |
| 80 | 0 | 5,27268 | 10,5599 | 15,8269 | 21,2222 | 26,6 | 32,0042 | 2,81249 | 0,999985 |
| | 0 | 5,15032 | 10,4346 | 15,7424 | 21,1262 | 26,5247 | 31,9903 | 2,81071 | 0,999959 |
| 90 | 0 | 5,49426 | 11,251 | 16,8474 | 22,505 | 28,4923 | 34,0332 | 2,63549 | 0,999958 |
| | 0 | 5,76194 | 11,546 | 17,155 | 22,8762 | 28,688 | 34,3917 | 2,61905 | 0,999994 |

Kiértékelés:

A Mikola-cső egy folyadékkal töltött egyenes üvegcső, melynek keresztmetszete állandó. Benne egy 3-5 cm hosszúságú buborék mozog. A mérési eljárásban leírt módon kapott adatok közül a korrelációs együttható mutatja, mennyire illeszkednek a pontok az illesztett egyenesre. Az erre kapható legjobb érték 1. A reakcióidőt beleszámolva azonban kicsit kevesebbet kapunk. A meredekség a sebességet adta meg.



Több különböző α esetén ábrázoltuk is az első mérési sorozat eredményeit, mindegyik esetben egy egyenest kaptunk, de különböző meredekségűeket, ami a sebességek különböző értékeit magyarázza. Azután a sebességeket ábrázoltuk a hajlásszögek függvényében, ahol azt vehettük észre, hogy kezdeti illetve nagy szögek ($10^\circ, 90^\circ$) esetén a sebességek közel azonosak, míg a két végállapot között, $40^\circ, 45^\circ$ és 50° esetén, a legmagasabb értékeket láthatjuk.

Diszkusszió:

A különbségek oka a buborék alakjának változásának köszönhető, ugyanis eltérő hajlásszögek esetén különböző mértékben hat a folyadék réteg nyomóereje és a súrlódási erő. Tehát a buborék alakjának változása nagymértékben befolyásolja a hozzá tartozó sebességet. Vízszintes helyzetben jól megfigyelhető a felületi feszültség szerepe, ugyanis ez igyekszik gömb alakúvá formálni a buborékot, ami a cső tetejét igyekszik a teljes hosszán egyenletesen kitölteni. Elfordítva a csövet a buborék két vége közötti nyomáskülönbség áramlást hoz létre, ami a buborék mozgását okozza. Az áramló folyadékra hat a súrlódás is. Ebben az esetben használható a Hagen-Poiseuille-törvény, amely szerint az áramlás erőssége egyenesen arányos az egységnyi hosszra eső nyomáskülönbséggel és a cső sugarának negyedik hatványával. A szög növelésével egy ideig dominánsabb lesz a nyomáskülönbség, ezért nagyobb lesz a sebesség, azonban a folyadék réteg egyre csökken a buborék és a cső fala között, mígnem ez lesz az erősebb hatás, és a sebesség csökkenni kezd.

Hibaforrások:

Minden szögnél csak 2 mérést végeztünk. A dőlésszöget nem tudtuk pontosan beállítani. Az osztáspontok jelzésénél az esetleges pontatlanságokat a reakcióidő, a stopperóra egy tizedes pontossága, illetve az okozhatta, hogy nem volt megfelelő rálátásom a csőre. A mérés során a hiba lehetősége kicsi, ugyanis a mérések nagy részét a számítógép végezte, amely jóval pontosabb, mint egy ember által végzett mérés. Továbbá a korrelációs együtthatók is azt mutatták, hogy a mérésünk pontosnak bizonyult. Összegezve a mérésünk alátámasztotta és igazolta a várt eredményeket, miszerint a buborék egyenes vonalú egyenletes mozgással halad.