

Buborék mozgásának vizsgálata Mikola Csőben

Mérést végezte: Varga Bonbien

Mérőtárs neve: Megyeri Balázs

Mérés időpontja: 2008.04.08

Jegyzőkönyv Leadásának időpontja: 2008.04.15

A Mérés célja:

Mikola csőben mozgó buborék mozgásának elemzése, különböző szögek mellett.

A Mérőeszközök:

- Mikola cső és a hozzá tartozó állványzat
- fémvonalzó
- Commodore elektronikus eszköz

A Mérés rövid leírása:

Az üvegcsövet tartó állványzaton, van egy szögmérő, és ennek segítségével állíthatjuk be a csőnek a vízszintessel bezárt szögét.

Ezenkívül, még találunk egy skálát a csövön. Néhány pont be van jelölve a skálán. Ezeket le kell olvasnunk, és be kell tálálnunk a commodore-ba. Miután ezek megvoltak, elindíthatjuk a buborékot is.

Amikor az odaér az első jelhez a csövön akkor lenyomjuk az enter billentyűt, és ezzel megindítjuk az időmérést. Minden egyes jel elérésénél nyomunk egyet az enter billentyűn, és így a gép, feljegyezi, hogy mennyi idő telt el a kezdettől addig a pontig. Amikor az összes jel megvolt, nyomunk még egy entert és ekkor a gép egyenest illeszt az mért adatokra, és megadja az egyenes meredekségét, valamint a korrelációs együtthatót. Az egyenes meredeksége pont a buborék sebessége lesz. Ezután a korrelációs együtthatót valamint a sebességet is lejegyeztük, majd újabb mérést végeztünk.

Minden szögnél két mérést végeztem.

Mérési adatok:

A jelek helyzete a skálán:

jelek helye a skálán

0. jelölés	1.(cm)	2.(cm)	3.(cm)	4.(cm)	5.(cm)	6.(cm)
0	15,1	30,1	45	60	75	90

A buborék mozgásának az adatai:

Mérési adatok

$\alpha(^{\circ})$	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	$v(\text{cm/s})$	$v_{\text{atlag}}(\text{cm/s})$	korr.egyh.
10	0	4,6	9,4	14	19,3	24,5	29,7	3,024	3,037	0,999593 0,99998
	0	4,9	9,8	14,8	19,6	24,7	29,4	3,051		
20	0	3,7	7,7	11,6	15,4	19,3	23,2	3,864	3,893	0,999979 0,999958
	0	3,7	7,5	11,3	15,2	19	22,9	3,922		
30	0	3,2	6,7	10	13,4	16,8	20	4,467	4,446	0,999979 0,999989
	0	3,4	6,7	10,1	13,6	16,9	20,3	4,426		
40	0	3,2	6,4	9,5	12,8	16	19,3	4,667	4,668	0,99998 0,999982
	0	3,1	6,3	9,5	12,7	16	19,2	4,670		
45	0	3,1	6,3	9,6	12,8	16,1	19,3	4,637	4,624	0,999966 0,999982
	0	3,4	6,6	9,8	13,1	16,3	19,5	4,611		
50	0	3,2	6,5	9,8	13,2	16,6	19,8	4,518	4,534	0,99952 0,99997
	0	3,2	6,5	9,8	13,1	16,5	19,7	4,551		
55	0	3,3	6,7	10,2	13,6	17	20,4	4,398	4,401	0,999982 0,999928
	0	3,3	6,5	10,1	13,5	17	20,3	4,405		
60	0	3,6	7,2	10,8	14,4	18,1	21,7	4,136	4,132	0,999989 0,999977
	0	3,6	7,2	10,9	14,5	18,1	21,7	4,129		
65	0	3,5	7,5	11,4	15,2	19,3	23,1	3,860	3,848	0,999885 0,999912
	0	3,9	7,6	11,7	15,4	19,5	23,4	3,836		
70	0	4,2	8,9	13,2	17,6	21,9	26,3	3,409	3,422	0,999955 0,999981
	0	4,4	8,6	13	17,4	21,7	26,2	3,435		
80	0	4,8	10,4	15,9	21,5	26,8	32,5	2,751	2,755	0,999842 0,999708
	0	4,6	10,2	15,6	21,2	26,8	32,2	2,760		
90	0	5,5	11,3	17,1	22,8	28,5	34,4	2,612	2,611	0,99997 0,999943
	0	5,5	11,3	16,9	22,7	28,5	34,5	2,610		

Értékelés:

A következő oldalon ábrázoltuk a (t, x) pontpárokat, milliméterpapíron. Az ábrázolást a 10, 20, 45, 70, és 90 fokos esetben ábrázoltuk, ugyanazon a diagramon. Hasonlóan ábrázoltuk, az (α, v) pontpárokat grafikonon. Ennek képe legjobban egy szinusz görbéhez hasonlított. Ennek okára a következőkben térünk ki.

Hibaforrások:

- Mivel minden szögnél csak 2 mérést végeztünk, ezért az egy adott szöghöz tartozó sebességet, nem tudtuk nagyon pontosan meghatározni.
- A csövet nem tudtuk pontosan egy adott szöghöz illeszteni.
- A mérés közben nem tudtuk rögzíteni a csövet egy kívánt szögnél, így a kezünkkel kellett tartanunk, ami szintén hibához vezet.
- Nem tudtam pontosan jelezni a számítógépnek, hogy a buborék elért egy mérési pontot. Egy részt az optikai eltérés miatt (A szemem nem volt pont egy szintben a jellel), másrészt meg a reakcióidő sem elhanyagolható.

Diszkusszió:

A buborék mozgásának pontos elméleti összefüggéseit még nem tudom konkrétan felírni, de megpróbálom a jelenséget tárgyalni szemléletesen és egyszerűbb megfontolások felhasználásával.

Először elemezzük a buborék alakját. A teljesen vízszintes helyzetben, a buborék a cső tetejére igyekszik felemelkedni, és a cső hosszát kitölteni, de van felületi feszültség is, így a buborék arra is törekszik, hogy gömb alakja legyen, ezért jön létre a buborék elnyújtott alakja. Láthatjuk, azt is, hogy a hajlásszög növelésével, a buborék alakja változik. Ahogy én láttam 'rakéta' alakú lesz, azaz a 'hátlja' laposabb, az eleje pedig 'gömbölyűbb', leginkább egy paraboloidra hasonlít.

Ha a mikola csövet a vízszinteshez képest kitérítjük, a buborék elkezd felfelé menni a csőben, a tapasztalat szerint állandó sebességgel. Ezt a mérés során beláttuk. A mozgás azért jön létre, mert a buborék alja, és teteje közt létrejön egy nyomás különbség, és ezáltal a buborék és az üvegső fala között található vékony rétegben, a folyadék elkezd áramolni. Erre a folyadék rétegre azonban hatnak még más erők is, ezek a szomszédos folyadékrétegekből származó súrlódási erők, hiszen esetünkben nem hanyagolhatjuk a folyadék viszkozitását. A Newton-i folyadékok lamináris, csőben időben állandó áramlására ismerjük a Hagen-Poiseuille törvényt. Eszerint a folyadék áramának erőssége, egyenesen arányos az egységnyi hosszra eső nyomáskülönbséggel és a csőben sugarának negyedik hatványával, valamint fordítottan arányos a viszkozitással. A hajlásszög növelésével nő a buborék végei közti nyomáskülönbség, és ezért a fenti törvény szerint nő az áramerősség, és így a buborék nagyobb sebességgel tud majd haladni. Azt is tudjuk, hogy a nyomáskülönbség arányos lesz a hajlásszög szinuszával, ezért 'hasonlít' az ábrázolt $v(\alpha)$ görbénk annyira a szinuszhoz. De ekkor a legnagyobb nyomás különbség a 90 fokos helyzetben lenne. Mi viszont azt tapasztaltuk, hogy a sebesség a 40 – 45 fokos intervallumban a legnagyobb. Ez azért van mert ahogy növeljük a hajlásszöget, a buborék és az üvegső fala közötti folyadék réteg vastagsága csökken, és az előbbi törvény szerint az áramerősség a folyadékréteg vastagságának negyedik hatványával arányos, így ez a változás sokkal jelentősebb lesz és ezért lesz eltérés a szinuszról.