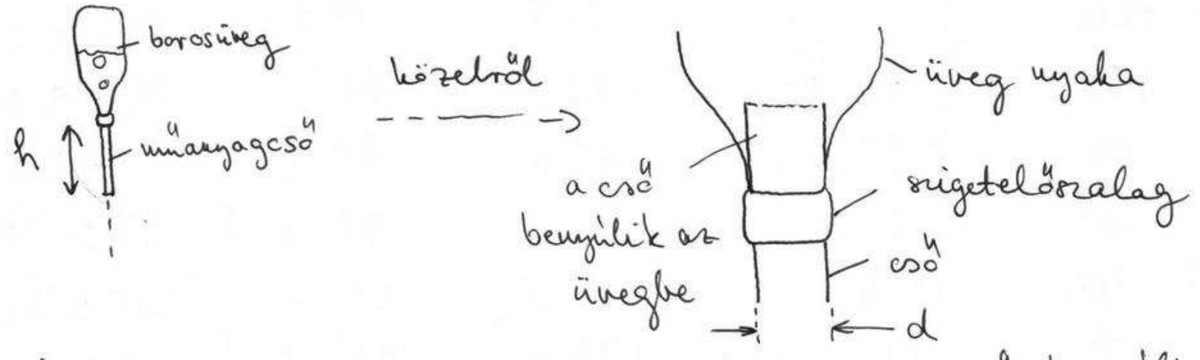
Lángoló Teflon csapat

Bugybrékolás

1.) A mérés elve.

Mérési adataink felvételekor jól meg kell gondolnunk, hogy mit is választunk mérési változónak. Első látásra azt mondtuk, mérjünk kifolyási időt és számoljuk közben a felszálló buborékok számát, azonban mikor elkezdtünk kísérletezni, hamar rá kellett jönnünk, hogy ez egyszerűen képtelenség, olyan gyorsan követik egymást a (nemritkán 3-asával kialakuló) buborékok. Jobb megoldás, ha némi elméleti megfontolással is élünk. Nézzük csak a kísérleti elrendezést!



Szándékosan használtuk azt a megoldást, hogy a cső benyúljon az üvegbe. Ekkor ugyanis a leváló buborékok átmérője d-vel egyezik meg (jó közelítéssel), térfogatuk pedig $\frac{1}{6}d^3\pi$. Az üveg térfogatából és a buborék (kezdeti) méretéből pedig kiszámolhatjuk a buborékok számát. (Ez a méret persze nem átlagos méret, hiszen kísérőjelenségként gyakran kis buborékok is keletkeznek, ezek azonban zavaróak, elhomályosítják a probléma lényegét.) Szóval, ha t a kifolyási idő, V pedig az üveg térfogata, akkor a bugybórékolás frekvenciája:

$$f = \frac{6V}{d^3\pi \cdot t} \quad , \text{ jó közelítéssel}$$

Azért használtunk a méréshez borosüveget, mert ez merev falú, szemben a pillepalackkal, ami gyakran behorpadt.

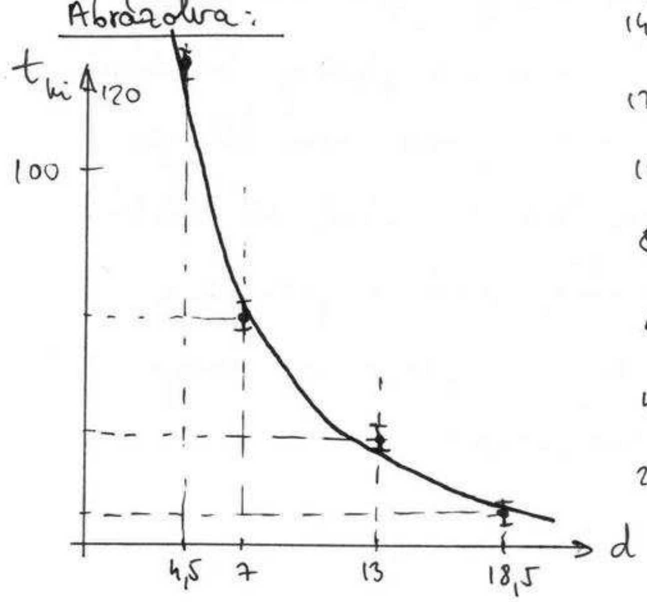
Mérési eredmények. h = 10 cm-nél:

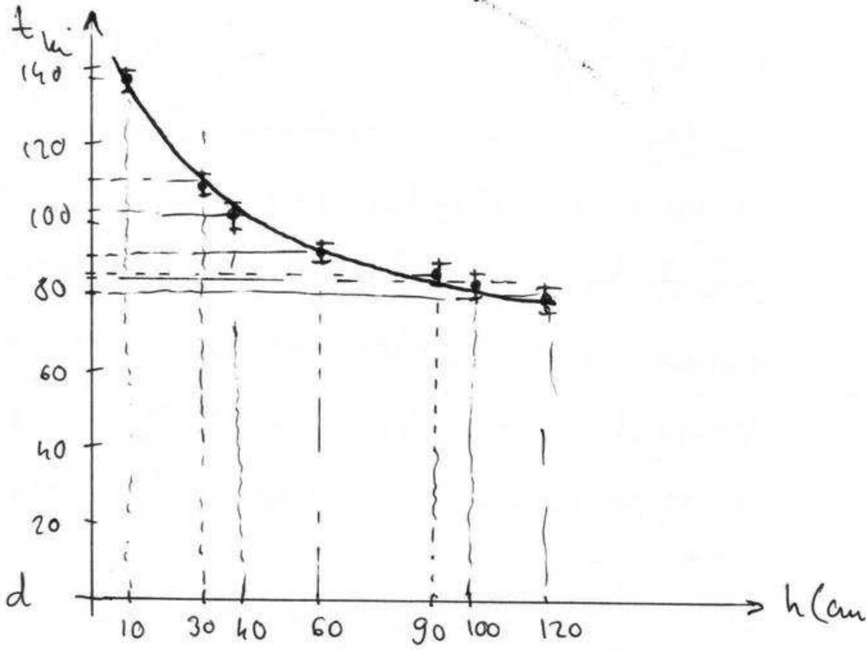
d (mm)	$t_{kifolyási}$:	2.	3.	$t_{átlag}$
4,5	135 s	143 s	134 s	137 ± 4 s
7,0	55 s	66 s	61 s	61 ± 4 s
13,0	25 s	29 s	30 s	28 ± 2 s
18,5	9,5 s	8,3 s	8,5 s	8,8 ± 0,5 s

d = 4,5 mm-esnél:

h (cm)	$t_{kifolyási}$: 1	2.	3.	$t_{átlag}$
120	81,3 s	85 s	76 s	81 ± 4 s
100	80 s	86 s	85 s	84 ± 3 s
90	82 s	85 s	88 s	85 ± 3 s
60	91 s	93 s	96 s	93 ± 2 s
40	110 s	103 s	104 s	105 ± 3 s
30	116 s	109 s	114 s	113 ± 3 s
10	135 s	143 s	134 s	137 ± 4 s

Ábrázolva:

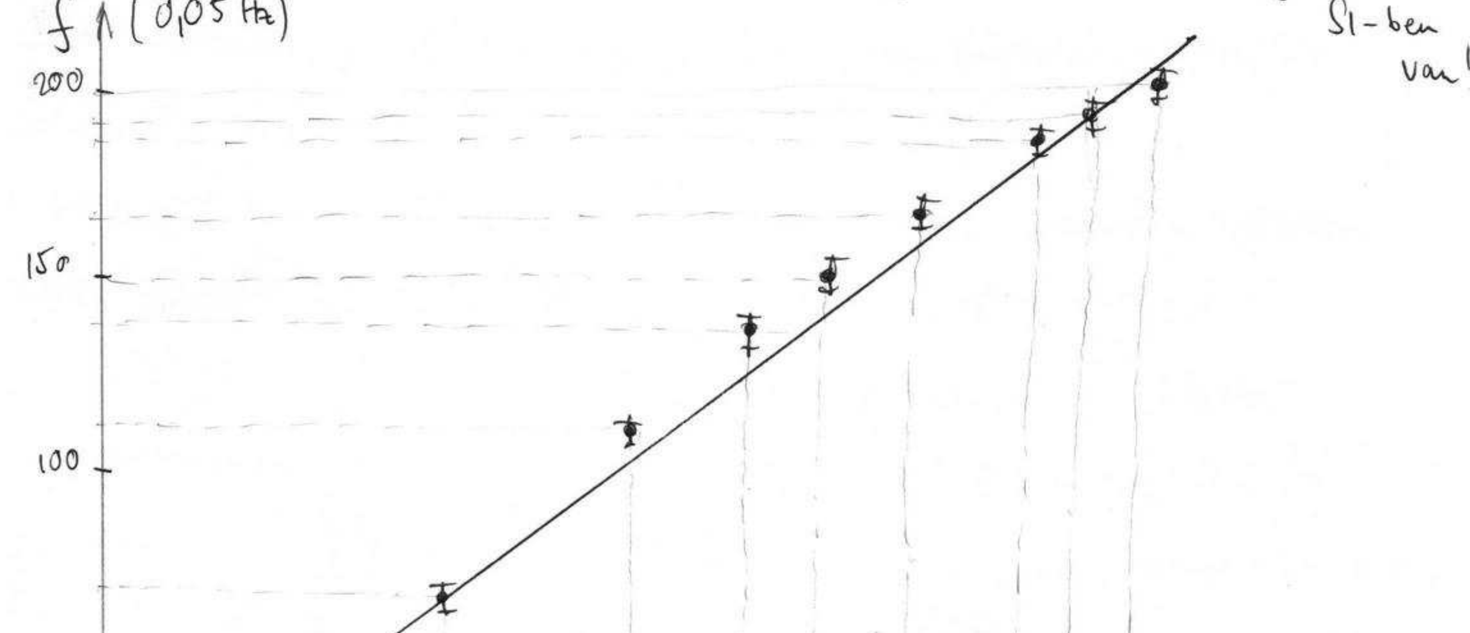




frekvencia az adott képlet alapján számítható. Elméleti megfontolásaink alapján (LÁSD MELLÉKLET) a buborékolás frekvenciája:

$$f \sim \frac{\sqrt{gh'}}{d}, \text{ ahol } h' = h + 30\,\text{cm}, \text{ az üveg magassága}$$

Ábrázoljuk ezért próbaképpen f-et $\frac{\sqrt{h'}}{d}$ függvényében! (minden SI-ben van!)

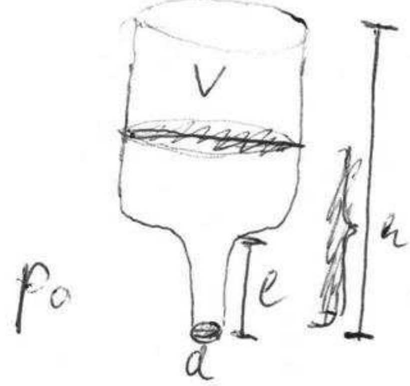


Huhh, erre mi sem számítottunk.
Szal igen jól illeszkednek egy origón átmenő egyenesre, amit jól alátámaszt az elmélet is. És viszont.
Mondjuk hihetetlen.

MELLÉKLET

buggyborékolás frekvenciájának ~~elm~~ elméleti meghatározása igen bonyolult feladat, nekünk azonban csak arra van szükség, hogy megállapítsuk, hogyan függ(het) ez az adat a rendszer többi adatától. Mind a dimenzióanalízis, mind a jelenséget leíró kvalitatív számolás jó lehet egy függvénykapcsolat felállítására.

Mérjük az előbbit! Határozzuk meg ~~két buborék leszakadása között eltelt időt~~, a kiömlési időt (a teljeset)!



Könnyen látszik, hogy ez függhet g-től, V-től, S-től, p_0-tól (a belső nyomás valahogyan ezzel arányos), h-tól (ez explicit tartalmazza l-t, ne várjunk csodát a dimenzióanalízistől!) és d-től.

~~Kicsit sok ez a hosszúságadat, de azért nekiállhatunk.~~

$t \propto \left(\frac{S}{p_0}\right)^{\alpha_1}$ $\Rightarrow$ kaptunk egy $\frac{s^{2\alpha_1}}{}$ dimenziót

kg-nak ki kell esnie

Tudjuk, hogy a kiömlési sebesség $v \sim \sqrt{gh}$, és t ennek

Kétszer akkora tartály fele idő alatt ürül ki, így

$t \sim V$

Józan megfontolás szerint $\alpha_1 = 1$, mivel p_0^2-es képletet nem igazán ismerünk, míg $\alpha_1 = \frac{1}{2}$ esetén nem függene az idő g-től.

$\alpha_1 > 0$, különben $p_0 \to 0$

- Hosszas gondolkodás után elvetettük a p_0-tól való függést, így ε sem szerepelhet a képletünkben.
- Kétszer akkora tartály kiürülése kétszer annyi ideig tart.
- gh a hidrodinamikai képleteinkben mindig együtt szerepel
- minél nagyobb g, annál gyorsabb a kiömlés
- ~~kétszer~~ akkora lyukon kétszer olyan gyorsan ömlik ki a víz

Így előáll a képlet:

$$t \sim V \cdot \frac{1}{\sqrt{gh}} \frac{1}{d^2}$$

Az előzőekben leírtak miatt:

$$f \sim \frac{V}{d^3 t} \sim \frac{\sqrt{gh}}{d}$$