

Elméleti háttér, előismeretek. Ismert, hogy egy R sugarú gömb térfogata $V = \frac{4}{3}R^3\pi$, míg az egyik főkörének kerülete $K = 2R\pi$. Egy R , R , és kR paraméterekkel rendelkező ellipszoid térfogata nyilván a gömb megnyújtásából keletkezett test térfogatából számolandó:

$$V' = kV = \frac{4}{3}kR^3\pi.$$

Egy R sugarú léggömbben található levegő nyomása a $p = p_0 + 4\sigma/R$ formulából számolható, de a lufira jellemző $4\sigma/R$ mennyiség elhanyagolható a külső légnyomáshoz képest, annak mindössze a 3-4%-a (lásd pl. a 2016. évi fizika OKTV 2. kategória döntőjének mérését).

Mérési elrendezés. A mérés elvégzéséhez a következő eszközöket használtam:

- milliméteres beosztású vonalzó,
- három léggömb,
- kb. 12 literes felmosóedény,
- 500 milliliteres műanyag pohár,
- mérőpohár,
- cérna,
- víz (nagy mennyiségben).

A mérés előkészítéseként a lufikat sokszorosan felfújtam és leengedtem, hogy az anyaguk meggyengüljön. Így az anyagokra jellemző megnyúlási tényezőjük lecsökken, és a lufi térfogata – várhatóan – jó közelítéssel megegyezik a vitálkapacitással.

A vitálkapacitásmat három egymástól eltérő módszerrel mértem le.

1. *Kerület és lufimagasság mérése.* Ehhez fogtam egy léggömböt, és felfújtam teljes belégzéssel teljes kilégzésig. Ezután megkértem a segítőmet, hogy fogja meg a lufit, és én cérnával megmértem a „tengelyére” merőleges főkörének kerületét. Ezután a lufik magasságát is lemértem az árnyékukból a padlón. A fenti lépéseket a másik két lufival is elvégeztem. A mérési adatokból (az elméleti háttér szerinti összefüggéseket alkalmazva) kiszámítottam a lufik térfogatát és így a „vitálkapacitásmat” is.

2. *„Csepegtetés” módszere.* Ehhez először megmértem a műanyag pohár teljes térfogatát, megtöltöttem teljesen vízzel, fejjel lefelé állítottam, és a lufi teljes felfújása után (azaz a teljes be-ki légzés után) a lufi szájából óvatosan (a víz alatt) beleengedtem a lufiban lévő levegőt a pohárba. Miután a pohár megtelt levegővel, újratöltöttem vízzel, és ezt a folyamatot addig ismételttem, amíg a lufiból az összes levegő el nem fogyott. A megtelt poharak számát számoltam, az utolsónál (ha az nem telt meg teljesen levegővel) a „töredék” nagyságát is lejegyeztem. Itt is mind a három lufival elvégeztem a mérést.

3. *Víz alá nyomás.* Mivel a felmosóedény be volt osztva térfogategységekre (egy beosztás = 1 liter), ezért a lufit teljesen víz alá nyomva (és ügyelve, hogy a kezem minél kisebb része szorítson ki vizet) meghatározhattam a lufi által kiszorított víz mennyiségét. A beosztások távolsága kb. 5 cm volt, így nagyjából $\frac{1}{2}$ beosztásra pontosan tudtam leolvasni a lufi térfogatát, azaz a vitálkapacitásmat. Ezt a mérést is mind a három lufival elvégeztem.

Mérési adatok. A mért adatokat (a lufiméreteket, a levegővel megtöltött poharak számát, illetve a felmosóedény vízszintjének változását) táblázatba foglaltam, és a megadott képletek alapján kiértékeltem. (A táblázatokat terjedelmi okokból nem közöljük. – *A Szerk.*)

Mérési hibák. A fontosabb mérési hibák főképp objektív hibák voltak. Az 1. mérésnél a kerületet kb. 2 cm pontosan mértem meg, ami a térfogatban $\pm 5\%$ -nyi hibát okozhatott. A lufi magasságának pontossága ± 1 cm, a relatív hiba itt is $\pm 5\%$, így az első mérés körülbelül $\pm 10\%$ pontossággal adta meg a vitálkapacitásmat.

A 2. mérésnél a legnagyobb hibát az okozta, hogy csak nehezen lehetett teljesen teletölteni a műanyag poharat, ráadásul a térfogatát is csak $\pm 4\%$ pontosan mértem meg. A relatív hibát itt is $\pm 10\%$ -nak becsültem.

A 3. mérésnél a vödörön lévő beosztásokat ugyan elég pontosan le tudtam olvasni, de egyéb hibaforrások is felléptek. Szinte lehetetlen volt a lufit víz alá nyomni úgy, hogy a teljes térfogata a víz alatt legyen, de a kezem ne lógjon bele számottevően a vízbe. Valószínűleg ez nagyobb szisztematikus hibát okozhatott, így ez a módszer vált a leginkább pontatlanná, becslésem szerint $\pm 15\%$ hibával.

A mérési eredmények összefoglalása. A háromféle módszer mérési adatainak összesítése szerint a vitálkapacitásmat $V = 5,4 \pm 0,5$ liter. Ez az átlagos „irodalmi” érték felett van, ami arra utal, hogy viszonylag nagy tudóm van.