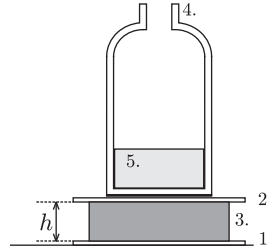


Megoldás. A kísérletekhez használt szivacs méretei: hosszúsága $(140,0 \pm 0,3)$ mm, szélessége $(85,8 \pm 0,3)$ mm, magassága $(37,3 \pm 0,3)$ mm. A feladat szövegében javasolt kartonlapok könnyen deformálódnak, ezért inkább két üveglap közé tettem a szivacsot. A felső üveglapra egy olyan méretű műanyag edény állítottam, amelynek alaplapja körülbelül a szivacs hosszával egyezett meg.

A szivacs terhelését úgy változtattam, hogy az edénybe egymás után gondosan lemért mennyiségű vizet öntöttem, és a víz tömegéhez mindig hozzáadtam a felső üveglap 100 g-os és a flakon 171 g-os tömegét, majd kiszámítottam a teljes F terhelő erőt. A tömegmérésre egyszerű konyhai mérleget használtam, ennek pontossága $\pm 0,02$ kg volt, így a terhelőerő bizonytalansága $\pm 0,2$ N.

Az 1. ábrán látható elrendezésben 0,05 mm pontosságú tolómérővel mértem az üveglapok h távolságát, és ezt az adatot tekintetem a szivacs magasságának. A módszer előnye: az üveglapok kerülete mentén több helyen is könnyen megmérhettem a köztük levő távolságot, így ellenőrizni tudtam a lapok párhuzamosságát is. (Eltérés esetén a flakon kicsiny elmozdításával korrigálni tudtam.) A magasságmérés pontossága kb. $\pm 0,15$ mm volt.



1. ábra. 1.: alsó üveglap, 2.: felső üveglap, 3.: szivacs, 4.: műanyag tartály, 5.: víz, h : a két üveglap távolsága

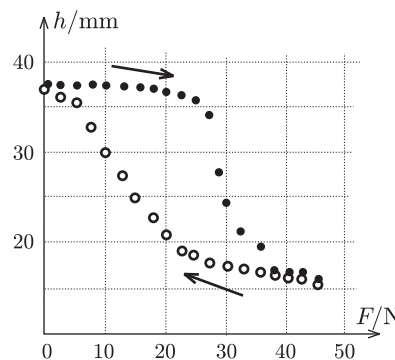
a) A mérésnél két azonos, illatszerboltban vásárolt új szivacsot használtam. A téglatest alakú szivacs „terheletlen magasságát” közvetlen méréssel határoztam meg a kísérletek előtt és után is.

b) A szivacsból tapétázókés és -olló segítségével 6 darab $(37,3 \pm 0,3)$ mm átmérőjű labdát vágtam ki, amelyeket – amennyire lehetett – gömb alakúra formáztam. Ezt a 6 szivacs labdát (a téglatest alakúhoz hasonló módon) elhelyeztem a két üveglap közé, és a deformációkat az üveglapok távolságának mérésével határoztam meg.

A szivacs terhelésének csökkentését úgy oldottam meg, hogy egy vékony tömlő segítségével a víz adott mennyiségű részét kiszívtam. Igyekeztem a víz mennyiségét ugyanakkora adagokkal csökkenteni, mint amekkorákat a betöltésnél használtam.

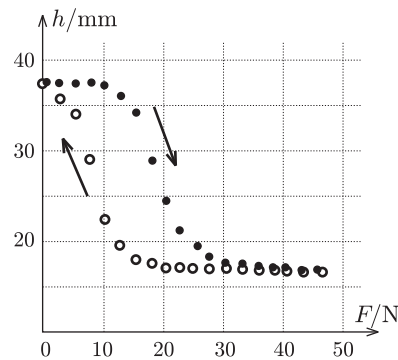
Az F terhelőerőt kb. 2,5 N-os lépésekben 0-tól 46,6 N-ig növeltem, majd fokozatosan ismét nullára csökkentettem. A mért h távolságokat F függvényében (mindkét szivacs-alaknál) táblázatba foglaltam és grafikusán ábrázoltam.

a) A mérési eredményekből az látszik, hogy a téglatest alakú szivacs egy bizonyos terhelésig aránylag keveset deformálódik (2. ábra). Ha azonban a terhelés meghaladja a kb. 25 N-t, akkor a szivacs magassága a terhelés növelésére kb. 35–40 N-ig jelentősen csökken. További terhelés hatására a magasság már csak kisebb mértékben változik. A terhelés csökkentése során a szivacs magassága fokozatosan nő, de egy adott terhelés mellett mindig alatta marad a növekvő terhelésnél mért magasságnak. A két görbe csak a 8 N alatti és 40 N feletti terheléseknél halad közel egymáshoz, tehát *histerézist* mutat.



2. ábra. A téglatest alakú szivacs magasságának függése a terheléstől növekvő, illetve csökkenő terhelőerő esetén

b) A szivacs labdák deformációs grafikonján is histerézist figyelhetünk meg, bár az kisebbnek tűnik, mint a téglatest alakú szivacs esetében (3. ábra). A szivacs labdák jelentőssé váló deformációja kisebb terhelésnél következett be, ami azzal is összefüggésben lehet, hogy ilyenkor a nyomóerő kezdetben sokkal kisebb felületen oszlott el, mint a téglatestnél.



3. ábra. Szivacslebdák deformációja növekvő, illetve csökkenő terhelőerő esetén

A szivacs furcsa deformációs viselkedése talán azzal magyarázható, hogy a terheletlen szivacs gömbhéjszerű struktúrákból épül fel, melyek között kisebb-nagyobb méretű légbuborékok találhatók. E szerkezet bizonyos terhelésig kifejezetten nyomásálló. Ha a terhelés meghalad egy bizonyos határértéket, akkor a gömbhéj-struktúrák (valószínűleg először a nagyobbak) összeomlanak, összenyomódnak, a szivacs belapul. Amikor a levegő nagy részét kiszorítottuk a szivacs anyagából, további összenyomódás már csak sokkal nehezebben érhető el. Ha csökkentjük a terhelést, a gömbhéj-struktúrák fokozatosan helyreállnak. Először valószínűleg a kisebb sugarú gömbök telnek meg levegővel, majd a nagyobbak is felveszik eredeti alakjukat.