

## Úloha VI.E ... Sponky

7 bodů; průměr 6,40; řešilo 30 studentů

*Jste-li dostatečně šikovní, povede se vám položit přiložené kovové kancelářské sponky na hladinu vody tak, aby se neponořily, i když je hustota sponek mnohem vyšší než hustota vody.*

*Obtížnost úkolu se zvýší poté, co do vody přidáte tzv. detergent, například Jar. Rozmíchejte proto 1 ml Jaru (nebo jiného prostředku na nádobí) ve 100 ml čisté vody. Pak 1 ml tohoto roztoku rozmíchejte v dalších 100 ml vody a alespoň 10krát zkuste umístit sponku na hladinu vody. Po prvním pokusu přidejte do vody další mililitr roztoku, pokus zopakujte, přidejte další mililitr a tak dále. V řešení nám pošlete tabulku udávající počet plovajících sponek pro různý objem přidávané jarové vody.*

*Poznámky k experimentu:*

- před pokusem si pořádně umyjte ruce,
- umísťování sponek na hladinu vody si nejdříve několikrát vyzkoušejte v čisté vodě,
- zkuste použít pinzetu nebo jiný nástroj,
- po každém pokusu je dobré sponky opláchnout v tekoucí vodě.

## Teorie

Pro vyřešení této experimentální úlohy si nejdříve musíme říct, co je to povrchové napětí kapaliny. Mezi molekulami v kapalinách totiž působí nezanedbatelné přitažlivé síly (tím se právě kapaliny odlišují od plynů). V objemu kapaliny tyto síly působí ve všech směrech a ve výsledku se jejich účinek téměř vyruší. Jiná situace platí pro tenkou vrstvu molekul na hladině kapaliny. Zde totiž působí přitažlivé síly pouze z jedné strany (z „vnitřku“ kapaliny) a ve výsledku tak vytváří nenulovou sílu, která jako by povrch kapaliny zpevňovala.

Povrchová vrstva s tloušťkou asi  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  se pak chová jako slabá pružná blána, která je schopna na hladině kapaliny udržet drobné předměty, jako například kancelářské sponky, i pokud je jejich hustota větší než hustota dané kapaliny. Fyzikálně řečeno, tíhovou sílu sponek vyvažuje tzv. síla povrchového napětí.

Saponáty a jim podobné prostředky (tzv. detergenty) snižují povrchové napětí vody, a tedy i sílu povrchové blány. Jinými slovy, přilévání saponátu do vody by mělo způsobit, že položení sponky na vodní hladinu bude stále těžší a těžší. Pokud by byl náš experiment ideální, měli bychom pozorovat velmi ostrý přechod mezi stavem, kdy plavou všechny sponky, a stavem, kdy neplave žádná sponka. Jednoduše, při nějaké koncentraci detergentů bude maximální síla povrchového napětí menší než tíhová síla sponky a ani při sebevětším úsilí bychom nedovedli umístit sponku na hladinu kapaliny.

## Měření

Při provádění pokusu je jeden z nejlepších způsobů pokládání sponek na hladinu vody použít jinou sponku ohnutou do tvaru písmene L nebo doporučenou pinzetu ze zadání. Naše naměřené hodnoty uvádíme v tabulce 1. Vidíme, že při malých koncentracích saponátu lze na hladinu vody umístit 10 z 10 sponek, zatímco pro větší koncentrace nelze na hladinu položit ani jednu sponku z deseti tak, jak to předpovídá naše teorie.

Diskutovaný přechod mezi plovoucími a ponořenými sponkami pozorujeme mezi 2 a 3 kapkami saponátové vody. To, že přechod není tak ostrý jak teorie předpokládá, lze vysvětlit tím, že každá sponka je trochu jiná. Lišit se mohou například v hmotnosti (na které závisí tíhová

Tab. 1: Počet plovoucích sponek na vodní hladině v závislosti na množství saponátu ve vodě.

číslo měření	0	1	2	3	4	5
množství saponátu/ml	0	1	2	3	4	5
počet plovoucích sponek	10	10	7	1	0	0

síla) nebo v nečistotách na jejich povrchu (ty mohou ovlivňovat povrchové napětí vody v těsné blízkosti sponek).

Jednoznačně jsme ale prokázali, že se zvyšováním koncentrace saponátu klesá šance umístit kancelářské sponky na hladinu.

*Marek Božoň*

marek@vyfuk.mff.cuni.cz

---

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.