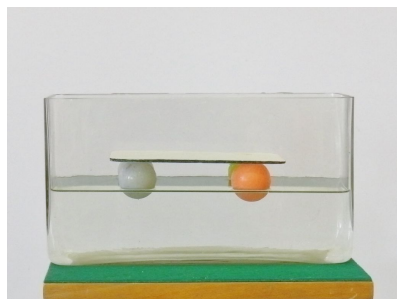


Vor a užití Archimedova zákona

FRANTIŠEK JÁCHIM

Základní škola Volyně

Pro porozumění jevům souvisejícím s učivem o Archimedovu zákonu je možné provést několik zajímavých pokusů s velmi jednoduchou pomůckou – lehkým vorem. K jeho zhotovení postačuje tenká polystyrenová destička a několik pingpongových míčků. Přilepením míčků do rohů destičky získáme základní vor (obr. 1).



Obr. 1

Když vyzkoušíme, že je na hladině stabilní, můžeme začít řešit různé úlohy – částečně pokusem, výpočtem nebo kombinací obojího. Všechny činnosti a výpočty s výjimkou výpočtu objemu míčku prováděli žáci.¹ Pro snazší výpočty je použita hustota vody $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, pro určování tíhy je vhodné užít přibližnou hodnotu $g \doteq 10 \text{ N/kg}$. Většinu výpočtů lze potom provádět z paměti. Postupně jsme řešili následující úkoly.

1) *Zjištění hmotnosti voru. Výpočet velikosti vztlakové síly působící na prázdný plovoucí vor.*

Hmotnost použitého voru se čtyřmi míčky $m = 15 \text{ g}$ byla zjištěna vážením. Tomu odpovídá tíha $0,15 \text{ N}$, což je současně i velikost vztlakové síly působící na prázdný plovoucí vor.

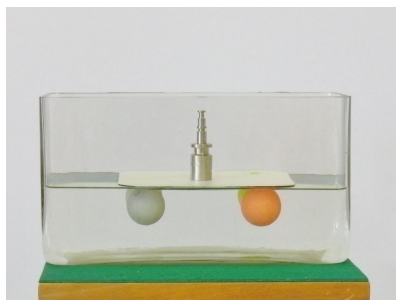
¹V době provádění činnosti žáci neznali vzorec pro výpočet objemu koule.

2) *Výpočet objemu ponořené části míčků u plovoucího prázdného voru.*

Při velikosti vztlakové síly 0,15 N je objem ponořené části tělesa 15 cm^3 . Celkový objem ponořené části míčků je tedy přibližně 15 cm^3 .

3) *Nalezení největší hmotnosti, jakou lze zatížit vor, přičemž deska musí zůstat ještě nad hladinou.*

Úloha byla nejprve řešena pokusem. Na vor byla postupně kladena různá závaží, až se podařilo dosáhnout úplného ponoření míčků bez smocení desky. Na vor byla postupně dávana závaží o hmotnosti od 100 g, přičemž při zatížení 115 g již došlo k dotyku desky s hladinou (obr. 2). Takto určovaná zátěž je orientační, neboť se prakticky nepodaří dosáhnout úplného ponoření míčků bez dotyku desky voru s hladinou. Pokus ukázal na nosnost voru v rozmezí 105–110 g.



Obr. 2

4) *Výpočet nosnost voru pro situaci z úkolu 3) a porovnání s pokusem.*

Žákům bylo sděleno, že míček o průměru 38 mm (žáci průměr změřili) má objem $28,7 \text{ cm}^3$. Při úplném ponoření čtyř míčků (objem čtyř míčků je přibližně 115 cm^3) je tedy nosnost voru 115 g. Jelikož hmotnost prázdného voru je 15 g, lze uvažovat o zátěži přibližně 100 g. Pokusem ověřenou nosnost cca 105 g až 110 g jsme pro tento případ považovali za přiměřeně přesnou.

5) *Navržení způsobu, jak přímo změřit velikost vztlakové síly působící na vor a měření provést.*

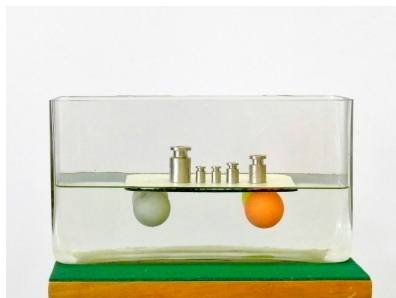
Provedli jsme pokus podle obr. 3. Vor jsme vtahovali do vody silou přenášenou přes kladku pevnou. V našem případě siloměr ukázal hodnotu 1,15 N, čemuž odpovídá výpočet v bodě 4).



Obr. 3

6) *Stanovení nosnosti voru při využití vztlakové síly působící také na desku.*

Použitá deska s rozměry $17\text{ cm} \times 13\text{ cm} \times 0,3\text{ cm}$ má objem přibližně 66 cm^3 . Při provedení pokusu z úkolu 3) by bylo možné na desku dát ještě závaží o hmotnosti 66 g. Pokus ukázal, že vor unese celkem 180 g (obr. 4), tedy o 65 g více než v úloze 3).

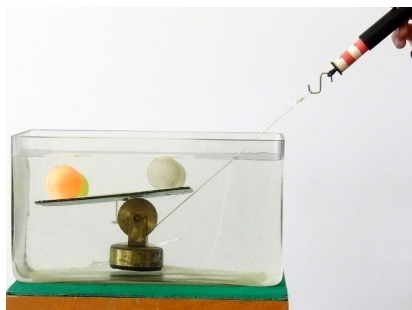


Obr. 4

7) *Výpočet velikosti vztlakové síly působící na prázdný úplně ponořený vor a ověření pokusem.*

Objem celého tělesa voru je 180 cm^3 , vztlaková síla působící na zcela ponořený vor je 1,8 N. Ověření proběhlo pokusem podle obr. 5.² Siloměr ukázal sílu 1,8 N.

²Provádění tohoto pokusu ukázalo, že technicky je jednodušší vztahovat vor pod hladinu míčky obrácenými nahoru.



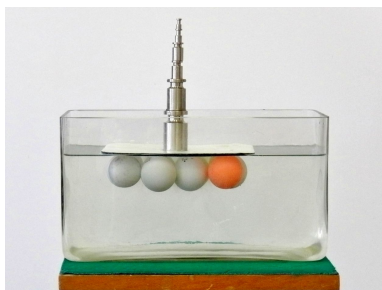
Obr. 5

8) *Navržení zvýšení nosnosti voru a ověření pokusem (uvažujme, že deska má zůstat nad hladinou).*

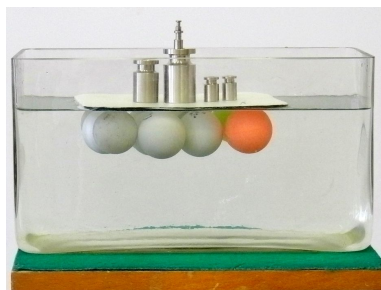
Žáci navrhli několik způsobů: Podlepit nosnou desku voru např. polystyrénovým kvádrem vloženým mezi míčky, nebo doplnit několik míčků, popř. kolem nosné desky přilepit mantinely. Poslední uvedený námět však činí z voru loďku, proto jsme jej nevyužili.

Pro závěrečný pokus byl vor upraven tak, že jeho nosnost zajišťovalo 12 míčků s celkovým objemem asi 345 cm^3 . Takto upravený vor se zatížením 346 g ukazuje obr. 6.

Pokus byl mj. zajímavý i tím, jak obtížné bylo položit na vor závaží, aniž by se převrhl. K překvapení žáků se ukázalo, že snáze lze na vor umístit závaží podle obr. 6 než podle obr. 7.



Obr. 6



Obr. 7