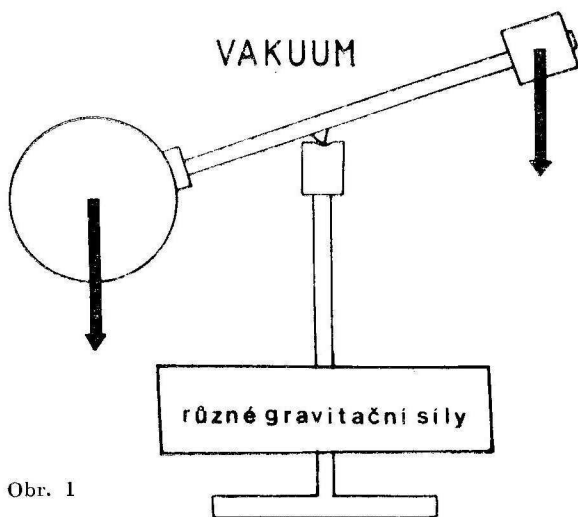
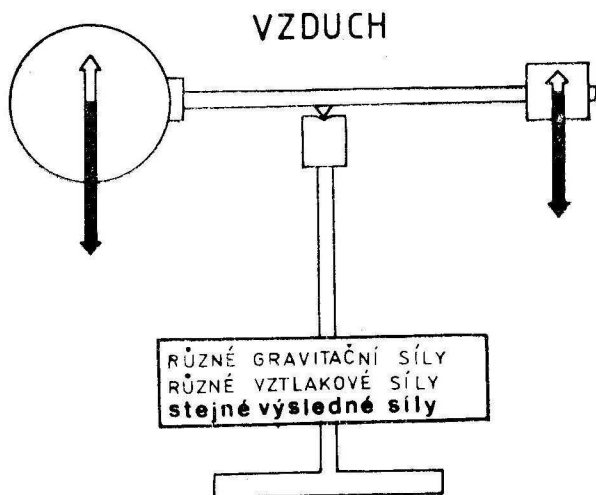


Demonstrace Archimédova zákona pro plyny

MILAN ROJKO

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

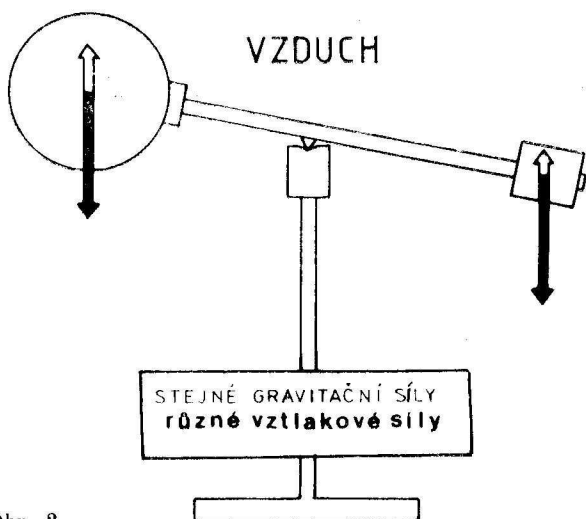
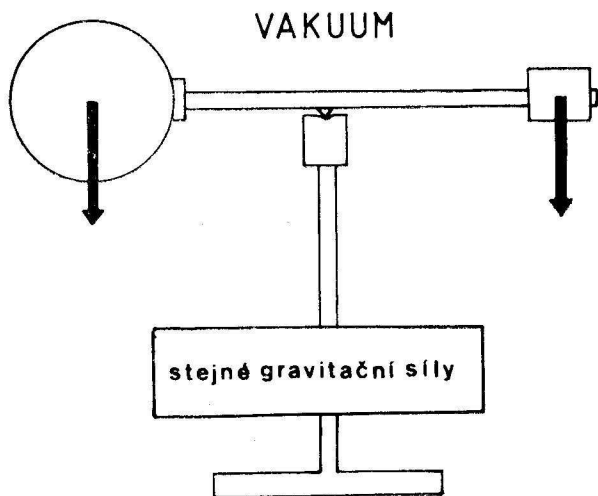
Demonstrace Archimédova zákona pro plyny pomocí dasymetru a vývěvy je tak běžná, že se zdá nemožné na pokusu ještě něco zlepšovat. Přesto malou změnou v provedení pokusu, oproti běžně používanému postupu [1], [2], lze podstatně zjednodušit jeho interpretaci a tím i pochopení jevu všemi žáky. Změna spočívá v záměně pořadí kroků: Dasymetr nejdříve vyvážíme tak, aby byl v rovnováze pod zvonem, ze kterého je vyčerpán vzduch. V takovém případě můžeme pro rovnoramenný dasymetr tvrdit, že síly, kterými působí Země svým gravitačním polem na protizávaží i skleněnou baňku jsou stejné velikosti. Jestliže potom napustíme pod zvon vzduch, rovnováha se poruší. Větší vztlaková síla, jíž působí okolní vzduch na



Obr. 1

baňku dasymetru (ve srovnání se vztlakovou silou na protizávaží), se zřetelně projeví vychýlením ramene s baňkou ve směru působící síly.

Bylo by možné statisticky zjišťovat, zda je demonstrace platnosti Archimédova zákona pro plyny provedená v tomto pořadí kroků didakticky vhodnější. Místo toho však stačí porovnat grafický záznam pokusu v obou případech (obr. 1 a obr. 2).



Obr. 2

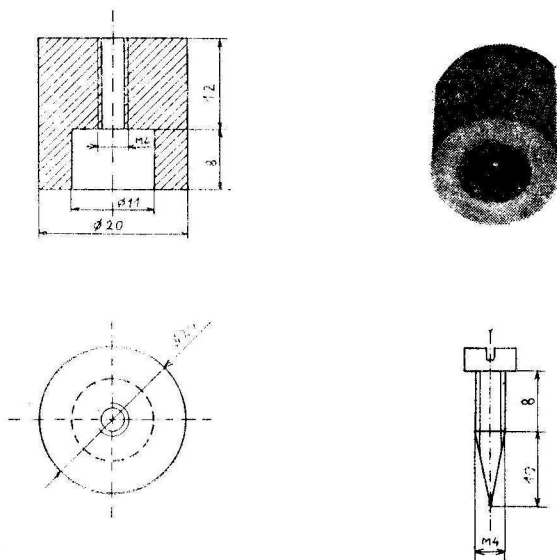
Pokus je nesporně v druhém případě mnohem průhlednější, neboť vztlakovou sílu dokazujeme pozitivně a ne projevem jejího zániknutí. Cena, kterou za to zaplatíme, je jen pečlivé seřízení protizávaží a jeho zafixování kapičkou kanagomu nebo laku.

To je sice třeba provést předem, mimo vyučování, zkusmo, ale takto seřízený dasymetr je připraven pro mnohonásobné použití bez další přípravy.

Kromě jednodušší interpretace je výhodou navrženého postupu i to, že při napouštění vzduchem se dasymetr poněkud rozkývá a tím se odstraní statické tření v břitech, nehledě na to, že motor vývěvy je vypnut a neruší slovní doprovod pokusu.

Jiný pokus bez použití vývěvy lze ukázat pomocí větší kádinky, do které umístíme na dno dasymetr vyvážený ve vzduchu. Sifonovou láhev bez vody naplníme ze dvou bombiček oxidem uhličitým a plyn zvolna napouštíme do kádinky částečně zakryté víčkem. Vznůst vztlakové síly vlivem větší hustoty CO_2 ve srovnání se vzduchem se opět zřetelně projeví vychýlením baňky dasymetru. Přítomnost CO_2 v kádince prokážeme na závěr samovolným uhašením hořící špejle vnořené do kádinky.

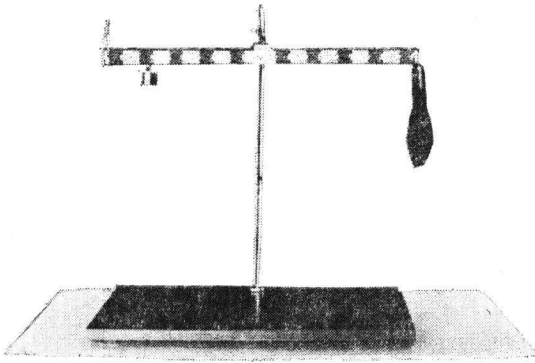
Působení vztlakové síly v plynech můžeme ukázat i v případě, že nemáme ve školním kabinetu ani vývěvu, ani dasymetr. Potřebujeme k tomu jen pouťový balónek, bombičku s CO_2 , gumičku, páku ze žakovské soupravy pro mechaniku a váleček zhotovený ze dřeva či plastu a opatřený kovovým průrazníkem podle obr. 3.



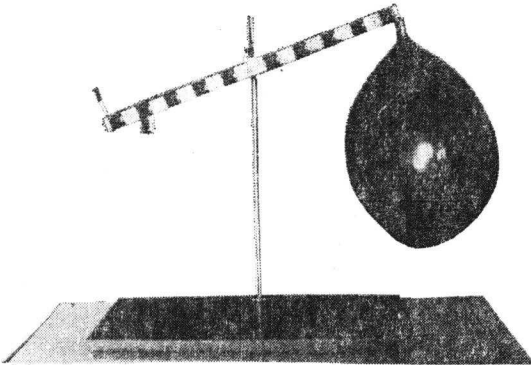
Obr. 3

Váleček zastrčíme do balónku, ústí splasklého balónku navlékneme na tělo bombičky a několikrát ovineme gumičkou, abychom zajistili vzduchotěsnost. Na konec bombičky několikrát obtočíme drát na zavěšení. Takto připravenou bombičku s balónkem vyvážíme na páce do rovnováhy - obr. 4. Potom uvnitř balónku přitlačíme hrot průrazníku na zátku bombičky a několikrát jím pootočíme sem tam. Tím proděravíme cínovou zátku. Unikající CO_2 nafoukne balónek a zvětšení jeho objemu způsobí vzrůst vztlakové síly. Po opětovném zavěšení na rameno vah se to projev porušením rovnováhy - obr. 5. (Méně vhodné je použití bombičky do šlehačkové láhve - plnění balónku probíhá velmi rychle.)

Další pokus můžeme zadat dokonce i k přípravě zájemcům o fyziku. Potřebné pomůcky jsou jen věci běžné v domácnosti: třičtvrtelitrová sklenice od zavařeniny,



Obr. 4



Obr. 5

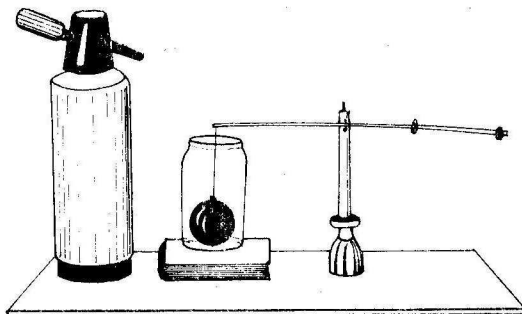
lehká nezdobená vánoční skleněná koule, která projde volně hrdlem sklenice, sifonová láhev na sodovku s bombičkou plněnou CO_2 , dřevěná špejle, špendlík, dvě kancelářské sponky, větší matice s otvorem zaplněným např. plastickou gumou, svíčka ve stojánku nebo v hrdle láhve, lepidlo Kanagom (resp. Herkules apod.). Celková sestava připravená k pokusu je na obr. 6. Příprava pokusu není náročná.

Z jemného papíru umneme mezi prsty malou kuličku, která se těsně vejde do hrdla vánoční koule. Na kuličku uvážeme nit a lepidlem potřenou kuličku opatrně zatlačíme do okraje hrdla vánoční ozdoby. Abychom otvor vzduchotěsně uzavřeli, kápneme ještě na papírovou zátku lepidlo a necháme vše dobře zaschnout. Zatím si připravíme špejli, která bude tvořit vahadlo. Její střed opatrně kolmo propíchneme jehlou nebo tenkým špendlíkem.

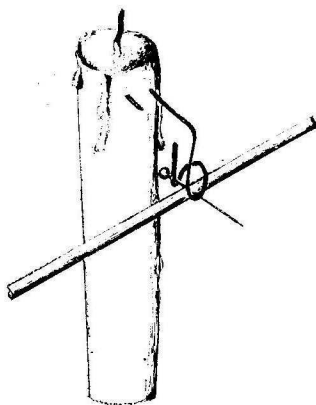
Z kancelářské svorky potom vytvarujeme lůžko pro jehlu. Jeho tvar vidíte na obr. 7. Konec lůžka zahřejeme v plameni svíčky a zatlačíme do svíčky asi 1 cm pod horním okrajem. Na jeden konec špejle navážeme ozdobu na niti, na opačný konec upevníme matku - protizávaží. Po nasazení jehly do lůžka vyvážíme špejli do rovnováhy - hrubě posouváním matice - jemně pomocí druhé kancelářské sponky zachycené na špejli.

Nakonec kouli opatrně vložíme do připravené zavařovací sklenice a upravíme vše tak, aby visela těsně nad dnem, ale nedotýkala se ho.

Obr. 6



Obr. 7



Provedení pokusu je jednoduché. Naplníme prázdnou sodovkovou láhev z bombičky oxidem uhličitým a pomalu ho potom napustíme do sklenice. Vánoční ozdoba zřetelně vyplave vzhůru vzhledem k vzrůstu vztlačové síly - rovnováha se poruší.

Domnívám se, že každý z uvedených jednoduchých demonstračních pokusů může sloužit nejen jako východisko názorného výkladu o existenci vztlačové síly v plynech, ale má i značný motivační účinek pro svůj překvapivý průběh. Proto by bylo škoda používat tyto pokusy jako ověřovací a předem prozrazovat jejich výsledek. Heuristickému postupu bychom tedy měli dát nesporně přednost.

Literatura

- [1] Mazáč, J. - Hlavička, A.: Praktikum školních pokusů z fyziky SPN, Praha 1965.
 [2] Kašpar, E. - Vachek, J.: Pokusy z fyziky na středních školách, I. díl, SPN, Praha 1967.

Klíčová slova: Fyzika + vyučování; Archimédův zákon pro plyny, vztlak, vztlačová síla v CO_2 , demonstrační pokus.

Anotace: Článek popisuje několik úprav, resp. nových variant demonstračních pokusů na důkaz existence vztlačové síly v plynech.