

Tři pokusy s jednoduchými pomůckami

Emanuel Svoboda
KDF MFF UK Praha

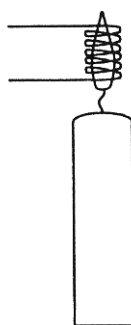
První pokus: Přenos vnitřní energie tepelnou výměnou

Pomůcky: pružina z měděného drátu, svíčka, plynový hořák, zápalky, kleště

Příprava: Z měděného drátu průměru 1 mm (může být i větší) navineme na kulatou tužku pružinu asi s 10 závitů. Jeden konec pružiny necháme přibližně 10 cm prodloužený, bude sloužit k uchopení pružiny. Pružinu sejmeme z tužky.

Provedení: Pokus provedeme ve dvou krocích

a) Zapálíme svíčku a na její plamen nasuneme pružinu (obr. 1). Pružinu držíme v kleštích.



Obr. 1

Pozorujeme, že jas plamene výrazně poklesne, téměř zmizí, nad pružinou se objeví i dým. Sejmeme-li pružinu, plamen se znovu objeví. Nasuneme-li znovu pružinu na plamen, děj se opakuje. Při delším držení pružiny v plameni se může stát, že plamen svíčky zhasne.

b) Plamen svíčky obklopíme pružinou, kterou jsme opatrně vyhřáli do červena v plameni plynového hořáku. Tentokrát plamen svíčky nezhasne.

Vysvětlení: Při prvním kroku pokusu má navlečená pružina z počátku menší teplotu, než plamen svíčky. Proto vnitřní energie přechází z plamene na pružinu. Vnitřní energie plamene se zmenšuje a jeho teplota se snižuje. Záření, které nyní hořící knot vysílá, má menší vlnovou délku, než je dolní hranice viditelného světla, proto plamen zmizí. Nepatrně se viditelný plamen udržuje u „kořene“ viditelné části knotu, popř. i tam se utlumí až zhasne.

V druhém kroku pokusu není vzhledem k teplotám vyhřáté pružiny a plamene důvod k tomu, aby se vnitřní energie přenášela od plamene k pružině. Je tomu spíše naopak, proto je plamen vidět.

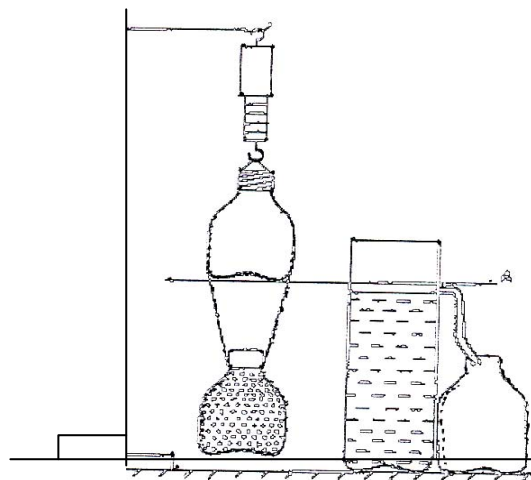
Poznámka: Na uvedený pokus mohou navazovat pokusy na „chladivý účinek“ drátěných sítěk nad plamenem, např. plynovým. Na popsaném principu přenosu vnitřní energie byla založena i bezpečná hornická lampa, tzv. Davyův hornický kahan.

Druhý pokus: Variace na Archimedův zákon

Pomůcky: vysoký válec ze dvou slepených plastových dvoulitrových lahví, dvě malé plastové lahve, jedna dvoulitrová a dvě jedenapůllitrové plastové lahve, siloměry 1 N a 10 N, plastová hadička délky asi 15 cm, stativový materiál, písek, lepidlo na plastové lahve, pevná nit (provázek), izolepa, fix, nůžky.

Variace a) Zcela ponořené těleso

Příprava: Vysoký válec připravíme ze dvou velkých plastových lahví (2 litry) tak, že u jedné z nich odstříhneme vršek, u druhé vršek i dno a oba vzniklé díly slepíme (např. Chemoprenem univerzal). Do takto vzniklé válcové nádoby uděláme asi 10 cm pod horním okrajem otvor, do kterého zastrčíme plastovou hadičku a k otvoru ji přilepíme. Dvě malé platové lahvičky mezi sebou propojíme po vnějších stranách pevnou nití tak, aby jedna lahvička byla zavěšena na druhé a lahvičky byly od sebe vzdáleny asi 25 cm. Na hrdlo horní lahvičky také navážeme nit, pomocí které bude spojená dvojice lahviček zavěšena na siloměr. Spodní lahvičku naplníme pískem a uzavřeme zátkou. Z horní lahvičky zátku odšroubujeme. Lahvičky zavěsíme na vhodný siloměr a stojan, jak ukazuje obr. 2. Do válce nalijeme vodu na úroveň hadičky ústící do nádobky (např. z menší plastové lahve) vedle válce.



Obr. 2

Provedení: Na siloměru zjistíme velikost tíhy G , kterou dvojice lahviček na suchu napíná siloměr. Pak opatrně spodní lahvičku (naplněnou pískem) vnoříme zcela do válce s vodou. Z válce začne hadičkou odtékat voda do nádobky. Počkáme, až tato vytlačená voda přestane z válce vytékat. Siloměr nyní ukazuje působení síly F menší než G . Uchopíme nádobku, do které vytekla vytlačená voda, a pomalu z ní vylijeme všechnu vodu do horní lahvičky. V průběhu přelévání pozorujeme, že výchylka siloměru se opět zvětšuje, až dosáhne původní hodnoty G .

Vysvětlení: Ponořená lahvička je nadlehčována vztlakovou silou o velikosti $F_v = G - F$. Velikost F_v je rovna tíze vody, kterou těleso vytlačilo. Lépe a přesněji řečeno - je rovna tíze vody stejného objemu, jako je objem ponořeného tělesa.

Poznámky:

1. Pokus s plastovými lahvemi je variantou pokusu s plným a dutým válcem, který býval popsán ve starších učebnicích fyziky. V současné učebnici pro 7. roč. je popsán pokus s mikrotenovým sáčkem, pokus s dutým a plným válcem je ve cvičení. Učebnice pro gymnázia se na pokus ze základní školy odvolává.
2. Při přípravě pomůcek je vhodné prodloužit hrdlo horní lahvičky tak, že z náhradní lahvičky uřízneme hrdlo a k hrdlu horní lahvičky ho přilepíme. Tím pak se nám bez problému do lahvičky vejde všechna vytlačená voda.
3. Vzhledem k použitím prostředkům a snadné přípravě i provedení pokusu i žáky je vhodné zařadit do výuky fyziky tento pokus jako pokus frontální.

Variace b) Částečně ponořené těleso - plování

Příprava: Z velké dvoulitrové lahve vytvoříme válec odstřížením vršku lahve a naplníme ho asi do 1/3 vodou. Z lahve o objemu 1,5 litru odstříhneme vršek a přiděláme k němu závěs z pevné nitě. Totéž provedeme ještě s další lahví 1,5 litru. Do jedné z takto upravených lahví nasypeme zkusmo písek asi do poloviny a lahev vsuneme do válce s vodou. Přidáme, resp. uберeme písek tak, aby vnitřní lahev plavala ve válci a voda ještě nevytekla z válce nebo nenatekla do vnitřní lahve (popřípadě upravíme objem vody ve válci). Ponořenou lahev pak vyjmeme z válce a osušíme. Na válci si poznačíme fixem nebo lepícím papírkem počáteční výšku vody (hodí se pro předvedení pokusu v jiné třídě nebo další roky).

Provedení: Lahev s pískem zavěšíme na siloměr (rozsah 10 N) a zjistíme sílu (tíhu) G , kterou lahev působí na siloměr. Pak láhev opatrně vnoříme do válce s vodou. Lahev volně plove ve vodě, ale nyní není zcela ponořena jako v předchozím pokusu. Siloměr ukazuje při vnořování tělesa do vody stále menší sílu F , až ukáže nulu. Vztaková síla a tíha jsou v rovnováze.

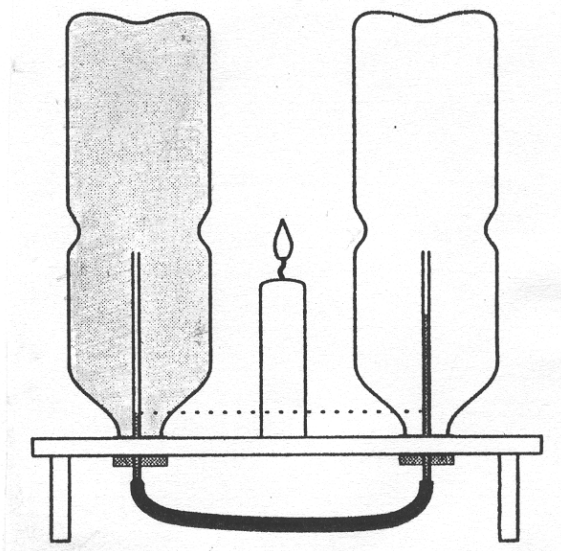
Označíme fixem na vnitřní lahvi, kam až sahá voda. Tuto výšku pak vyznačíme na prázdné (ale jinak stejné) lahvi. Do ní pak pod tuto značku nalijeme vodu, zavěšíme na siloměr, který ukáže původní hodnotu G .

Vysvětlení: Tíha vody o objemu, který je stejný jako objem ponořené části tělesa, je rovna vztakové síle (Archimedův zákon pro případ, že těleso je ponořeno do kapaliny jen částečně.)

Třetí pokus: Pohlcování tepelného záření

Pomůcky: dvě plastové lahve 1,5 litru, dvě korkové nebo pryžové zátky, dvě skleněné (popř. plastové) trubičky asi 20 cm dlouhé, svíčka nebo žárovka na panelu, zápalky, pryžová hadička, prkénko (80 cm x 10 cm x 2 cm), dvě podpěry, potravinářská barva, kádinka s vodou, injekční stříkačka, sprejová černá barva.

Příprava: Pokus uspořádáme podle obr. 3. Do prkénka z měkkého dřeva vyvrtáme dva otvory o průměru rovném průměru hrdla použitých plastových lahví a ve vzdálenosti asi 25 cm od sebe. Do těchto otvorů láhve zasadíme ("zavrtáme") až po rozšířenou část hrdla. Jednu láhev nastříkáme rychleschnoucí černou sprejovou barvou. Prkénko s lahvemi postavíme na podpěry. Můžeme také využít podpěr dvou židlí.



Obr. 3

Do každé zátky uděláme otvor, kterým prostrčíme skleněnou (popř. plastovou) trubičku asi 20 cm dlouhou. Konce trubiček, které budou vně lahví, spojíme pryžovou hadičkou. Do trubiček a spojovací hadičky nalijeme obarvenou vodou. Takto naplněnou soustavu opatrně zasuneme do lahví (viz obrázek). Doprostřed mezi lahve postavíme svíčku.

Provedení: Svíčku zapálíme. Po chvílce pozorujeme pohyb vody v soustavě. Voda je z černé lahve vytlačována do lahve průhledné.

Vysvětlení: Černě natřená lahev pohlcuje podstatně více tepelné záření (rychleji se ohřívá) než druhá lahev, která spíše toto záření odráží. V černé lahvi se zvětší teplota, a tím i tlak vzduchu. Tlaková síla vytlačuje vodu do průhledné lahve.

Poznámky:

1. Chceme-li mít v trubičkách více vody než při prvním naplnění, vysuneme opatrně jednu zátku s trubičkou a pomocí injekční stříkačky doplníme soustavu vodou. Pak zátku zasuneme zpět.
2. Místo plamene svíčky lze požit i rozsvícenou 40W žárovku.
3. Necháme-li pokus probíhat delší dobu, je pohyb vody v soustavě stále pomalejší, až se zastaví - vytvoří se rovnovážný stav. Nedochozí k dalšímu zvyšování teploty a tím i tlaku v černé lahvi.

Literatura:

Švoboda, E.: Pokusy s jednoduchými pomůckami. Praha: Prometheus, 2001.

Doubrava, St., Simonides J.: Fysika pro vyšší třídy škol reálných. Praha : Slavík & Borový 1882.

Mašek B., Wangler A.: Fysika pro vyšší třídy středních škol. Praha: JČMF 1936.

Kubásek Z.: Jednoduché pokusy s plastovými láhvemi. Diplomová práce Praha: MFF UK, 1996.