

HYDROSTATIKA

NÁVOD PRE UČITEĽA

Prerekvizity:

Pred samotným experimentom by už študenti mali byť oboznámení s Pascalovým a Archimedovým zákonom. Experiment však môže byť využitý aj ako úvod k týmto témam. V takom prípade počas experimentu zavedieme pojmy tlak, vztlaková sila, Archimedov a Pascalov zákon.

Pomôcky:

senzor sily s pevnou tyčou dĺžky niekoľko centimetrov (pozri nižšie)
stojan so svorkami
nádoba s vodou
laboratórny zdvihák
krabička na 35 mm film naplnená vodou (pozri nižšie)
hliníkový (alebo akýkoľvek iný kovový) valec rovnakej veľkosti ako krabička na film
drevený valec rovnakej veľkosti ako krabička na film
model hydraulického lisu
200 g závažie tvaru valca

Všeobecné poznámky k príprave a k pomôckam:

Senzor sily:

V týchto experimentoch môžete použiť dvojrozsahový senzor sily CMA (0362bt, resp. 0663i) v rozsahu (-5N, 5N) alebo Vernier (DFS-BTA) v rozsahu (-10N, 10N). Pripevníte ho na stojan, pričom na háčik senzora zaveste pevnú tyč dĺžky niekoľko centimetrov z oboch strán ukončenú očkom, na ktorom bude pevne visieť teleso ponárané do kvapaliny. Celá experimentálna zostava je na obr.1.

Krabička na 35 mm film:

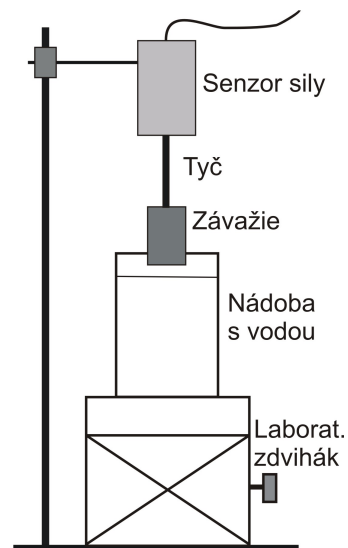
Krabička na 35 mm film má na vrchnej časti háčik, pomocou ktorého sa zavesí na tyč (alebo na krabičke môže byť napevno pripevnená tyč s očkom, pomocou ktorej sa zavesí priamo na senzor). Ak krabičku naplníme vodou, jej priemerná hustota je takmer rovnaká ako hustota vody. Ak nemáme k dispozícii kovový, resp. drevený valec rovnakej veľkosti ako je krabička, môžeme použiť krabičku, do ktorej vkladáme kovové závažie vhodnej veľkosti. V prípade telesa s menšou hustotou ako voda môžeme do krabičky vložiť drevený valec alebo ju môžeme použiť prázdnu.

Model hydraulického lisu:

Model hydraulického lisu môže byť zostavený z dvoch sklenených striekačiek rôznych veľkostí (10 ml, 20 ml, 30 ml, 50 ml a väčšie), ktoré sa pomocou svoriek upevnia do statívu a navzájom sa prepoja gumenou hadicou. Veľmi nízke trenie striekačiek je možné dosiahnuť ich vyčistením v saponáte a opláchnutím destilovanou vodou.

Snímanie sily v systéme COACH6:

Závislosť sily od času počas ponárania telies rôznej hustoty budeme merať v systéme COACH6 pomocou meracej karty COACHLAB II s pripojením senzora sily. V programe COACH6 otvorte súbor „hydrostatika“.



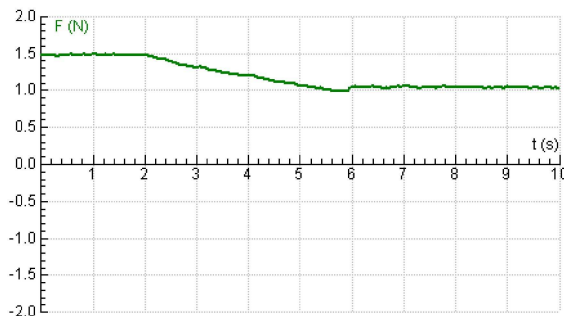
Obr.1: Experimentálne zariadenie pre experimenty 1-4

Ak súbor pripravený nemáte, otvorte nový súbor – aktivitu, v ktorej nastavíte pripojenie senzora sily na 1, resp. 2.kanál. Senzor vynulujte kliknutím na ponuku *Nastaviť nulu (Set to zero)*, ak je na ňom zavesená len tyč, na ktorú budete vešať telesá rôznych hustôt. Keďže senzor sily je výrobcom nastavený tak, že pri ťahaní ukazuje záporné hodnoty, v ponuke *Zmeniť vlastnosti (Edit properties)* kalibračné body odpovedajúce silám -5N, 5N zmeňte na 5N, -5N. V takom prípade bude senzor zaznamenávať pri ťahu kladné hodnoty. Pôvodné nastavenie môžete kedykoľvek vrátiť zvolením *Obnoviť kalibráciu (Reset calibration)*. V ponuke *Parametre merania (Measurement settings)* nastavte meracie podmienky nasledovne: *Čas merania (Measuring time)* 10 s, *frekvencia (frequency)* 30 Hz, *Spúšťacie podmienky (Trigger settings)* vypnuté. V ponuke *Graf (Diagram)*, *Vytvoriť/upraviť graf (Create/Edit diagram)* môžete príp. upraviť označenie osí grafu $F=f(t)$. Na x-ovej osi budete zaznamenávať čas t (s) a na osi y hodnoty sily F (N) (1, resp. 2. kanál). Do ďalších okien môžete vložiť obrázok, schému zostavy experimentu, texty týkajúce sa pomôcok, príp. postupu merania. Súbor nakoniec uložte pod vhodným názvom. Meranie spustíte stlačením zeleného tlačidla a pomaly rovnomerným pohybom počas 10s dvíhajte nádobu s vodou, kým nebude valec úplne ponorený vo vode.

Experimenty a vzorové výsledky:

Experiment 1: Kovový valec s hustotou väčšou ako je hustota vody.

Použite vopred pripravený súbor na znázornenie závislosti sily od času. Overte, či je senzor sily vynulovaný, keď je na ňom zavesená tyč bez valca. Kovový valec zaveste na spodok tyče. Po predpovedi a diskusii spustíte meranie a pomaly rovnomerným pohybom dvíhajte nádobu s vodou, kým nebude valec úplne ponorený vo vode. Zaznamenajte začiatkové a koncové hodnoty sily nasnímané senzorom a rozdiely týchto hodnôt. Tento rozdiel predstavuje vztlakovú silu pôsobiacu na valec úplne ponorený vo vode. Graf nechajte po celý čas zobrazený na obrazovke pre porovnanie s experimentom 2 (obr.2).

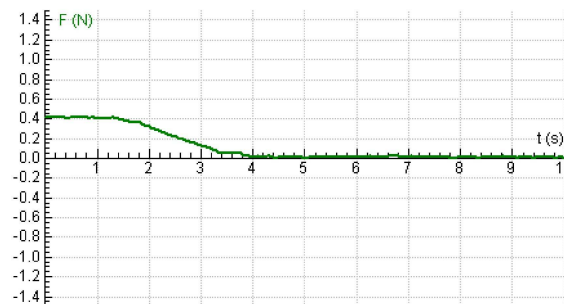


Obr. 2: Grafická závislosť sily od času pre experiment 1.

Diskusia po zaznamenaní výsledkov: Vyzvite študentov, aby popísali graf. Čo meria senzor sily? Prečo sila klesá? Ako toto vysvetľuje Archimédov zákon? Prečo sila klesá rovnomerne? Na základe výsledkov meraní určte veľkosť vztlakovej sily keď je valec úplne ponorený vo vode.

Experiment 2: Valec s hustotou rovnakou ako je hustota vody.

Použite rovnaký súbor ako v experimente 1. Graf z experimentu 1 nechajte po celý čas na obrazovke. Po predpovedi a diskusii spustíte meranie ako v experimente 1. Na obr.3 je typická grafickú závislosť pre tento experiment. Nezabudnite zaznamenať začiatkovú a koncovú silu a ich rozdiel, ktorý opäť predstavuje vztlakovú silu pôsobiacu na valec celkom ponorený vo vode. Nechajte na obrazovke grafy z oboch experimentov pre porovnanie s experimentom 3.



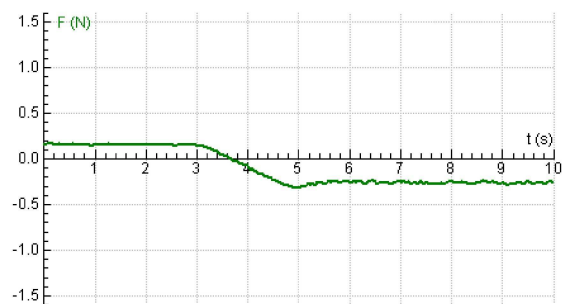
Obr.3: Grafická závislosť sily od času pre experiment 2.

Diskusia po zaznamenaní výsledkov: Vyzvite študentov, aby popísali graf. Prečo je tvar grafu podobný s grafom z experimentu 1? Čo predstavuje začiatková hodnota sily? Aká je konečná

hodnota sily s celkom ponoreným valcom? Prečo je nulová? Aká je vztlaková sila keď je valec úplne ponorený vo vode v porovnaní s experimentom 1? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon? Závisí vztlaková sila od materiálu, z ktorého je valec zhotovený? Od čoho vztlaková sila závisí?

Experiment 3: Valec s menšou hustotou ako voda.

Použite rovnaký súbor ako v experimentoch 1 a 2. Na obrazovke nechajte zobrazené grafy z experimentov 1 a 2. Po predpovedi a diskusii spustíte meranie tak ako v experimente 1. Obrázok 4 znázorňuje typickú grafickú závislosť pre tento experiment. Nezabudnite zaznamenať začiatkovú a koncovú silu a ich rozdiel, ktorý opäť predstavuje vztlakovú silu pôsobiacu na valec celkom ponorený vo vode. Tento výsledok ako aj grafy z oboch experimentov 1 a 2 nechajte zobrazené na obrazovke pre porovnanie s experimentom 4.

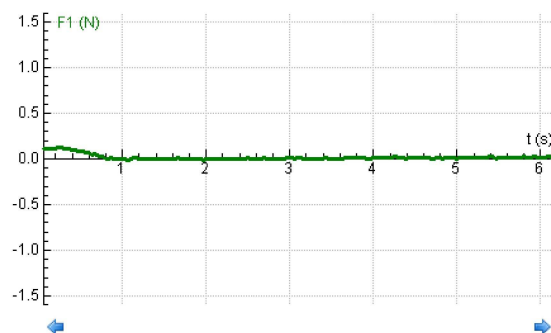


Obr. 4: Grafická závislosť sily od času pre experiment 3.

Diskusia po zaznamenaní výsledkov: Vyzvite študentov, aby popísali graf. Prečo je tvar grafu podobný s grafom z experimentu 1 a 2? Prečo je konečná hodnota sily odpovedajúca valcu celkom ponorenému do vody záporná? Aká je vztlaková sila keď je valec úplne ponorený vo vode v porovnaní s experimentom 1 a 2? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon?

Experiment 4: Valec s menšou hustotou ako voda zavesený na špagáte.

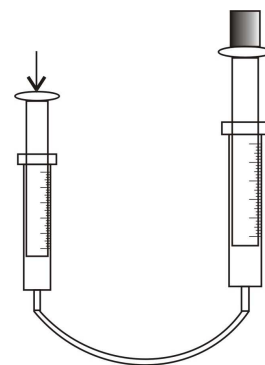
Použite rovnaký súbor ako v experimente 1, 2 a 3. Na obrazovke nechajte zobrazené grafy z experimentov 1, 2 a 3. Najvhodnejšie je, aby háčik, na ktorom je valec zavesený na špagáte bol teraz upevnený na plášti valca. Valec bude takto pri plávaní vo vode stabilnejší. Po predpovedi a diskusii spustíte meranie tak ako v experimente 1. Obrázok 5 znázorňuje typickú grafickú závislosť pre tento experiment. Nezabudnite zaznamenať začiatkovú a koncovú silu ako aj ich rozdiel. Tento opäť predstavuje vztlakovú silu pôsobiacu na valec ponorený vo vode.



Obr. 5: Grafická závislosť sily od času pre experiment 4.

Diskusia po zaznamenaní výsledkov: Vyzvite študentov, aby popísali graf. Prečo je teraz konečná hodnota sily nulová a nie záporná? Je valec celkom ponorený vo vode? Prečo nie je? Aká je konečná hodnota vztlakovej sily v porovnaní s experimentom 1, 2 a 3? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon?

Experiment 5: Hydraulický lis. Model hydraulického lisu zostavte nasledovne. Na vrch piesta s väčším priemerom umiestnite 200g závažie. Na menší piest umiestnite závažie s hmotnosťou, ktorá je potrebná práve na dvihnutie 200g závažia umiestnenom na vrchu väčšieho piesta alebo na menší piest tlačte so senzorom sily tak, aby sa závažie rovnomerne dvíhalo (obr.6). V oboch prípadoch zistíte hodnotu sily, ktorou je potrebné pôsobiť, aby sa toto závažie nadvihlo a tiež zaznamenajte tiež



Obr.6 Model hydraulického lisu

závažia, ktoré je dvíhané ($F_g = mg = 0,2 \cdot 9,81 = 1,96 \text{ N}$). Môžete tiež odmerať priemery oboch piestov a vypočítať ich prierezy.

Diskusia po zaznamenaní výsledkov: Aká veľká sila pôsobí v porovnaní s tiažou závažia tvaru valca? Môžete zodvihnúť valec silou menšou ako je jeho tiaž? Ako to vysvetľuje Pascalov zákon? Aký tlak pôsobí na dno malej striekačky v porovnaní s tlakom pôsobiacim na dno veľkej striekačky? Vypočítajte prierezy a porovnajte, aký je ich pomer v porovnaní s pomerom pôsobiacich síl. Aká je dráha, ktorú prejde menší piest v porovnaní s dráhou, ktorú prejde veľký piest?

HYDROSTATIKA

POZNÁMKY K PREZENTÁCII UČITEĽA

Experiment 1: Kovový valec s hustotou väčšou ako je hustota vody. Na experiment použite nastavenie z vopred pripraveného súboru. Vynulujte senzor sily keď je na ňom zavesená tyč bez valca. Kovový valec pripevnite na spodok tyče a spustite meranie. Zaznamenajte začiatočnú a konečnú hodnotu sily a ich rozdiel. Graf nechajte po celý čas zobrazený na obrazovke.

- Čo meria senzor sily? Prečo hodnota sily klesá? Prečo klesá rovnomerne?
- Ako to vysvetľuje Archimedov zákon?
- Aká je veľkosť vztlakovej sily keď je valec úplne ponorený do vody?

Experiment 2: Valec s hustotou rovnakou ako je hustota vody. Použite rovnaký súbor ako v experimente 1. Graf z experimentu 1 nechajte po celý čas na obrazovke. Nezabudnite zaznamenať začiatočnú a konečnú hodnotu sily a ich rozdiel. Graf nechajte po celý čas zobrazený na obrazovke.

- Prečo je tvar grafu podobný s grafom z experimentu 1? Čo predstavuje začiatočná hodnota sily?
- Aká je konečná hodnota sily s celkom ponoreným valcom? Prečo je nulová?
- Aká je veľkosť vztlakovej sily v porovnaní s experimentom 1? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon? Závisí vztlaková sila od materiálu, z ktorého je valec zhotovený? Od čoho závisí?

Experiment 3: Valec s menšou hustotou ako voda. Použite rovnaký súbor ako v predchádzajúcich experimentoch. Na obrazovke nechajte zobrazené grafy z experimentov 1 a 2. Nezabudnite zaznamenať začiatočnú a konečnú hodnotu sily a ich rozdiel. Graf nechajte zobrazený na obrazovke.

- Prečo je tvar grafu podobný s grafom z experimentu 1 a 2? Prečo je konečná hodnota sily odpovedajúca valcu celkom ponorenému do vody záporná?
- Aká je vztlaková sila keď je valec úplne ponorený vo vode v porovnaní s experimentom 1 a 2? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon?

Experiment 4: Valec s menšou hustotou ako voda zavesený na špagáte. Použite rovnaký súbor ako v predchádzajúcich experimentoch. Na obrazovke nechajte zobrazené grafy z predchádzajúcich experimentov. Nezabudnite zaznamenať začiatočnú a konečnú hodnotu sily a ich rozdiel.

- Prečo je konečná hodnota sily nulová? Je valec celkom ponorený vo vode? Prečo nie je?
- Aká je konečná hodnota vztlakovej sily v porovnaní s experimentom 1, 2 a 3? Ako to vysvetľuje Archimedov zákon?

Experiment 5: Hydraulický lis. Na vrch piesta s väčším priemerom umiestnite 200g závažie. Zaznamenajte veľkosť sily, ktorou je potrebné pôsobiť na menší piest, aby sa toto závažie nadvihlo a zaznamenajte tiež tiaž závažia ($F_g = mg = 0,2 \cdot 9,81 = 2N$).

- Aká veľká sila pôsobí na menší piest v porovnaní s tiažou závažia? Je možné dvihnúť závažie silou menšou ako je jeho tiaž?
- Ako to vysvetľuje Pascalov zákon? Aký tlak pôsobí na dno malej striekačky v porovnaní s tlakom pôsobiacim na dno veľkej striekačky? Vypočítajte prierezy a porovnajte, aký je ich pomer v porovnaní s pomerom pôsobiacich síl.
- Aká dráhu prejde menší piest v porovnaní s dráhou, ktorú prejde väčší piest?