



MECHANIKA TEKUTÍN



ARPHYMEDES

Blaise Pascal (1623 – 1662)

So svojím švagrom predviedol závislosť zmeny tlaku s nadmorskou výškou.

Blaise Pascal (1623- 1662) žil v 17. storočí. Jeho matka zomrela keď mal tri roky, a tak ho vychovával otec, ktorý bol veľmi vzdelaným človekom. Žili v Paríži, a tu sa stretol so známymi vedcami. Svoju prvú vedeckú prácu o zvuku napísal už ako jedenástročný. Keď mal 18 rokov, skonštruoval prvý počítačový stroj. Programovací jazyk PASCAL bol s úcty k jeho talentu pomenovaný po ňom. Pascal ako prvý objasnil príčinu, prečo ortuť v Torricelliho pokuse stúpne maximálne na 76 cm. Skúmal tiež stlačiteľnosť kvapalín a šírenie tlaku v nich. Svoje experimenty predvádzal aj na verejnosti. Ako 31-ročný mal Pascal nehodu s konškým záprahom a odvtedy sa venoval teológii a náboženskej filozofii.

Fig. 31

Archimedes (287 – 212 pred Kr.)

Prišiel na spôsob ako dokázať, či bola kráľovská koruna z čistého zlata zmeraním vztlaku vytlačenej vody.

Archimedes sa narodil v Syrakúzach na ostrove Sicília. Mesto bolo vtedy gréckou kolóniou. O živote Archimeda sa vie len málo, no našťastie vieme oveľa viac o jeho vynálezoch. Archimedes bol prvý, kto spojil dva základné prvky vedy, experimentálneho výskumu a matematiky. Vo všetkých jeho životopisoch sa spomína jeden slávny príbeh. Raz prišiel k Archimedesovi posol a dal mu úlohu od kráľa. Archimedes mal vyskúšať poctivosť zlatníka. Zistiť, či koruna, ktorú vyrobil, bola skutočne z čistého zlata. Archimedes aj o tejto úlohe rozmýšľal vo vami, ako mal vo zvyku. Keďže bol zábudlivý, napustil si kúpeľ až po okraj. Vošiel do nej a časť vody vytiekla. Keď si to všimol, hneď ho napadlo ako otestovať zlatníkovu poctivosť. Vybehol nahý a kričal Heureka.



Fig. 32

Daniel Bernoulli (1700 – 1782)

Pri pohybe tlak tekutín klesá.

Bernoulli patril do druhej generácie švajčiarskej rodiny matematikov Bernoulliovcov. Skúmal nielen matematiku, ale aj medicínu, biológiu, fyziológiu, mechaniku, fyziku, astronómiu a oceánografiu. Známe sú jeho aplikácie matematiky do mechaniky, najmä do mechaniky tekutín a tiež jeho priekopnícke dielo v oblasti pravdepodobnosti a štatistiky. Bernoulliho princíp, konkrétny príklad zákona zachovania energie je pomenovaný práve po ňom. Jeho osobný život bol poznačený otcovou rivalitou a žiarlivosťou súvisiacou s jeho úspechmi.

Fig. 33

Na tejto strane nájdete niekoľko projektov, ktoré si môžete urobiť v škole alebo doma. Ďalšie nájdete na sprievodnej webstránke.

Návrhy projektov:

1. Zachráňte vajíčko. Nájdite spôsob, ako dokáže vajíčko spadnúť z 1. poschodia tak, aby sa nepoškodilo. Nemôžete sa snažiť zachrániť ho zabalením.
2. Urobte kartónovú loď. Použite kartón, hliníkovú fóliu na dno, nožnice a lepiacu pásku. Úlohou je nájsť taký tvar, aby loďka uniesla 2 kg záťaže a dokázala plávať v umývadle.
3. Vyroberte si loď, ktorá bude poháňaná niečím, čo nájdete doma. Na výrobu lode použite plastové fľaše, plechovky.
4. Využite Bernoulliho princíp, a pomocou ohybnej vlnitej hadice si vyrobte jednoduchý vysávač.
5. Pozrite sa, ako funguje pohár spravodlivosti. Ak máte 3D tlačiareň, môžete si ho vyrobiť sami. [Devious Pythagorean Cup by jsteuben - Thingiverse](#)

Technické využitie

Viete ako a čo:

1. Prečo lietadlá lietajú?
2. Viete ako fungujú ponorky?
3. Ako funguje plavebná komora?

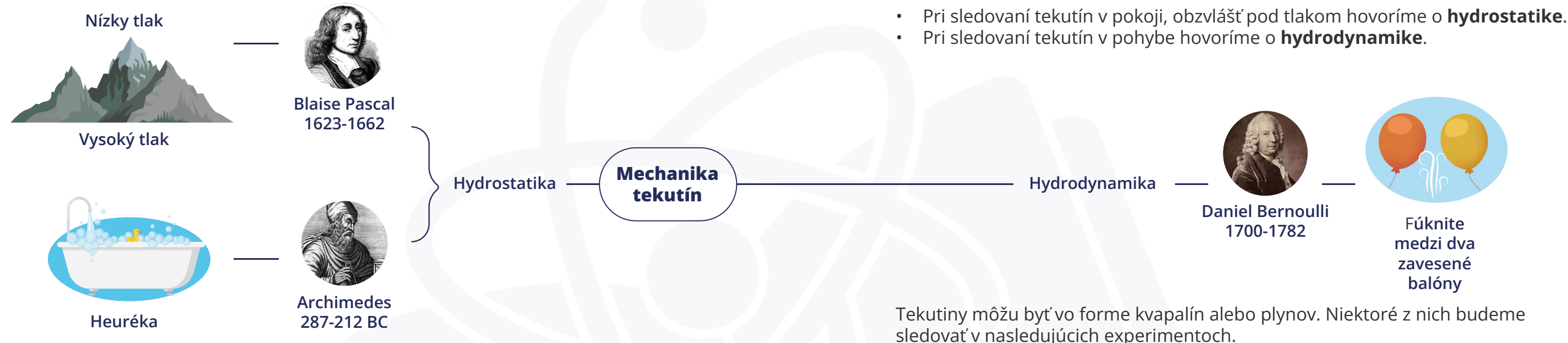
Nájdite informácie, vysvetlenia a údaje na internete a v knihách, alebo požiadajte rodičov, učiteľov, aby vám pomohli. Potom ich spolu prediskutujte v triede.

Keď robíte nejaký projekt, urobte si najprv plán. Ktoré body sú dôležité:

1. Urobte si prieskum, vyhľadajte informácie v knihách, na internete, popýtajte sa svojho učiteľa alebo rodičov. Zapisujte si rôzne poznámky a otázky.
2. Pripravte vlastný návrh projektu. Spíšte materiál, ktorý budete potrebovať, a postup akým budete postupovať. Použite čo najviac obrázkov.
3. Popremýšľajte, ako môžete výsledky preveriť.
4. Zaznamenávajte si zistenia, analyzujte a vyskúšajte svoje dielo.
5. Pouvažujte ako je možné vaše dielo zlepšiť. Ak je to možné, urobte potrebné úpravy.



Mechanika tekutín je náuka o plynoch a kvapalinách



Vodu nalievame z fľaše do pohára, alebo z jedného pohára do druhého. Takéto veci robievame denne. Vieme prelievať aj plyny?

Sledujte prelievanie plynov. Pouvažujte nad charakteristikou plynu, ktorá nám tento experiment umožňuje



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Všetci vieme čo je vzduch, aj to, že ho potrebujeme pre život. Existuje však veľa iných plynov, napríklad oxid uhličitý, plyn ktorý vydychujeme. Čo sa stane keď nalejete oxid uhličitý na sviečku?

Prečo bol použitý oxid uhličitý pri overovaní, či dokážu plyny tiecť?

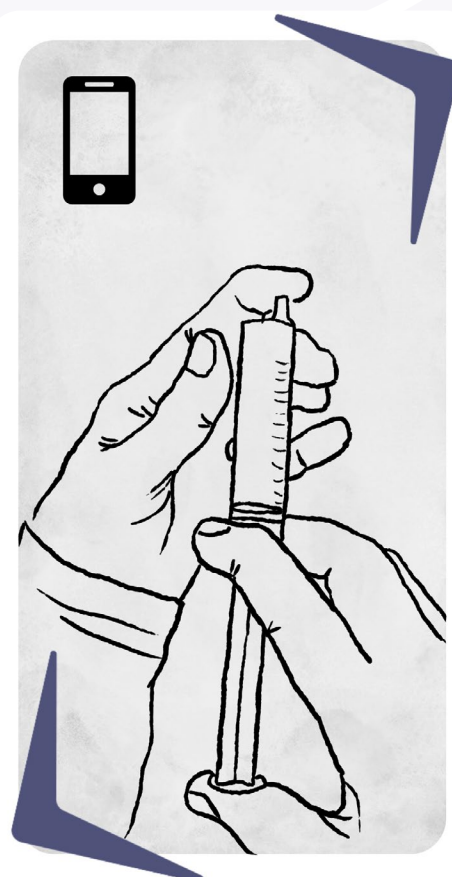


Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

► Arphyho otázky:

- Zistili ste rozdiel pri pôsobení tlaku na striekačku naplnenú vodou a vzduchom?
- Prečo nie je možné striekačku s vodou stlačiť?

Napovieme Vám - odpovede majú súvislosť so stlačiteľnosťou kvapalín.



Zatiaľ sme si overili, že plyny aj kvapaliny (tekutiny) dokážu tiecť. V akých situáciách sa budú plyny a kvapaliny správať odlišne? Skúsme na ne pôsobiť tlakom. Budeme potrebovať len injekčné striekačky.

Zoberte striekačku a sledujte čo sa stane keď zatlačíte piest striekačky naplnený vzduchom a vodou.



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

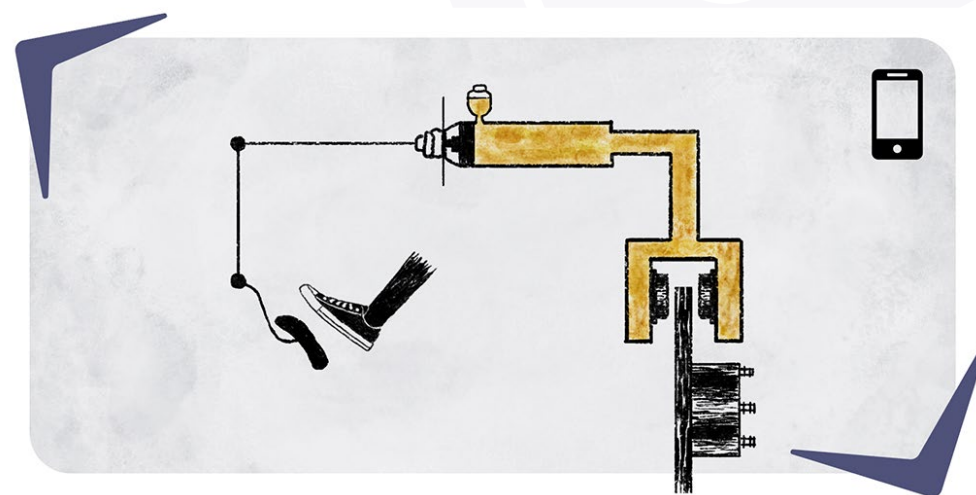
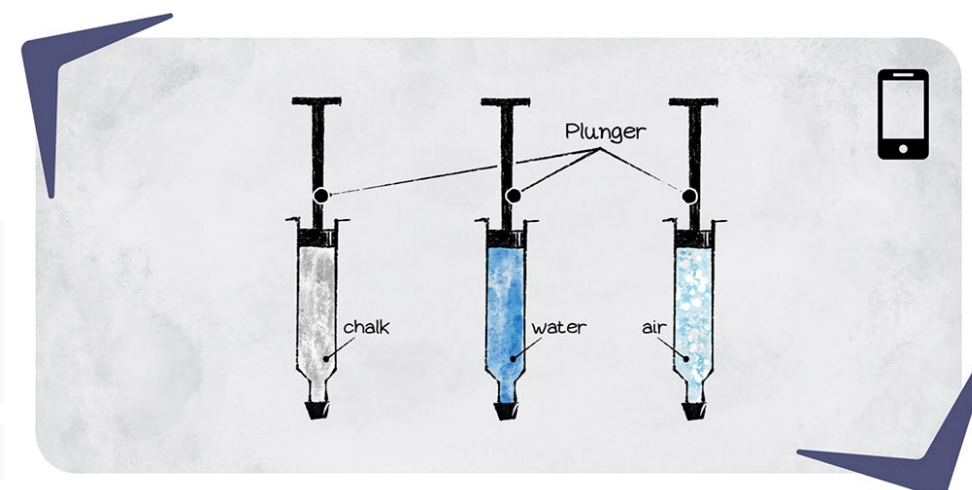


► Stlačiteľnosť

Kvapaliny dokážu svoj objem redukovať tlakom. Pozrite si animáciu.

Čo ste si všimli?

Animácia nám ukázala, že vzduch je možné stlačiť, vodu je len ťažko možné stlačiť a kriedu nie je možné stlačiť.



Poznáte nejaké využitie stlačiteľnosti tekutín v dennom živote? Uvedte svoj príklad:

Tu je príklad. Nikto nechce havarovať autom, preto treba kontrolovať, či sa do piestu s brzdovou kvapalinou nedostal vzduch. Dôvod? Keď stlačíte brzdový pedál, piest vo valci sa pohybuje, a tlačí brzdovú kvapalinu cez brzdové obloženie k brzdovým strmeňom. Kým brzdovú kvapalinu stlačiť nedokážeme, vzduch je však stlačiteľný, a tak je reakcia brzdového systému pomalšia. Je to preto, že najprv potrebujeme stlačiť vzduch v systéme, a potom stlačíme aj kvapalinu a uvedieme brzdy do chodu.



Viete otestovať nejakú ďalšiu vlastnosť?

Zoberte si rôzne kvapaliny, napríklad vodu, sirup, olej a med. Kvapaliny dokážu tiecť, ale med tečie oveľa pomalšie ako voda. Prečo? Súvisí to s viskozitou. Urobme spolu nasledovný pokus.

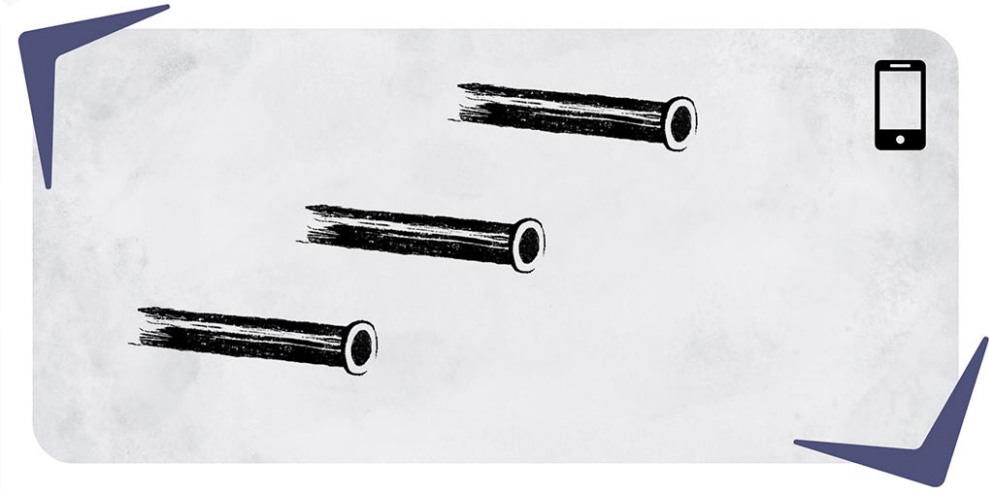
Potrebný materiál: sklenené guľičky, sklenený alebo plastový odmerný valec samostatne pre každú kvapalinu, stopky.

Postup:

- 1. Naplňte odmerné valce rôznymi kvapalinami do rovnakej výšky.
- 2. Položte sklenenú guľičku na hladinu kvapaliny a váš spolužiak odmeria čas, kým sa sklenená guľička dostane na dno.
- 3. Údaje zaznamenávajúte do tabuľky.
- 4. Zahrejte kvapaliny vo vodnom kúpeli na teplotu aspoň o 30 stupňov vyššiu a merania opakujte pri rôznych teplotách.

Kvapalina	Čas v sekundách pri teplote1	Čas v sekundách pri teplote 2
Voda		
Olej		
Med		
Sirup		

- 5. Porovnajte výsledky a vyvoďte závery.



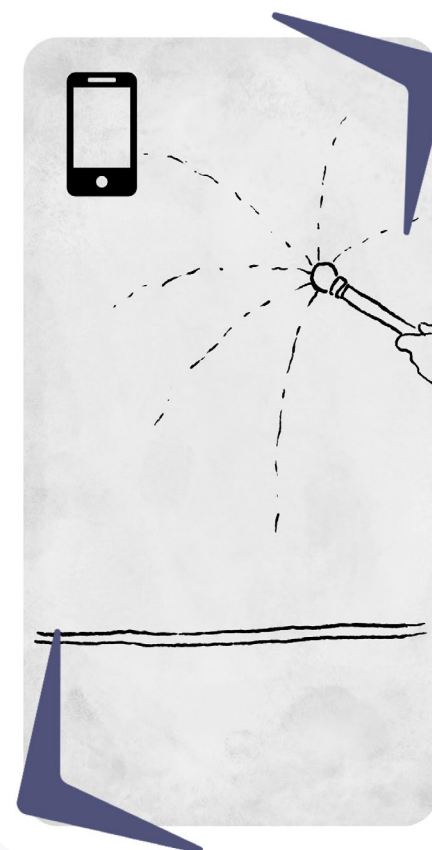
Hydrostatika – Pascalov zákon

Ak na voľný povrch kvapaliny v uzavretej nádobe pôsobí vonkajšia sila, v kvapaline sa šíri tlak. Tlak sa šíri všetkými smermi rovnako.

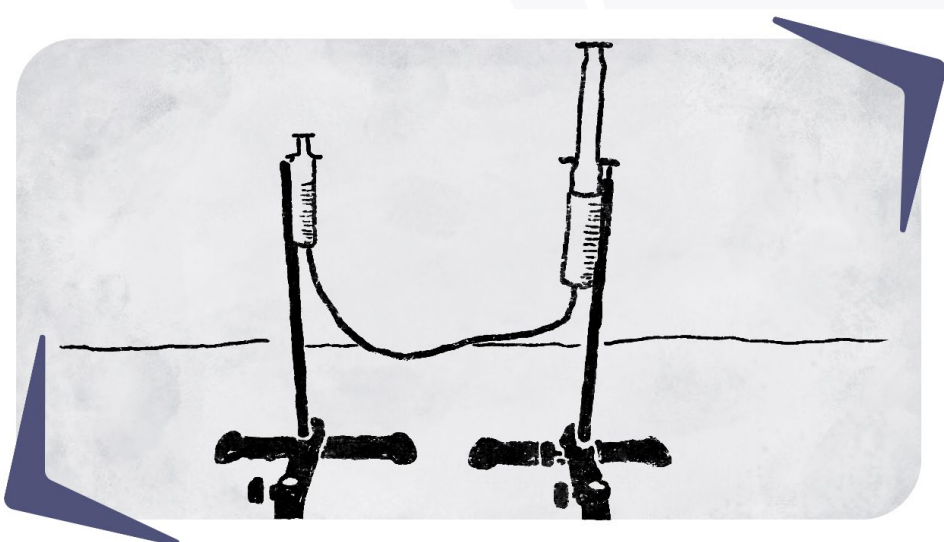


Na demonštráciu Pascalovho zákona sa používa pomôcka s názvom Pascalov ježko. Na internete nájdete veľa takýchto videí. Nájdite také, ktoré sa vám páči.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Zistili sme, že keď naplníme Pascalovho ježka vodou pri stlačení piestu vidíme ako sa šíri všetkými smermi, pričom prúd vody je kolmý na povrch. Radi súťažíte?



Zasúťažme si s dvoma rôznymi veľkosťami injekčných striekačiek. Obe striekačky naplníme trochou vody, spojíme ich hadičkou, a silou budeme tlačiť oba piesty.

Ktorá striekačka vyhrá silový súboj? Malá alebo veľká?

Kde boli potrebné dve ruky? Pri väčšej, či pri menšej striekačke?



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Ak si máme niečo zapamätať, zvyčajne sa pýtame: "Načo nám to bude?"

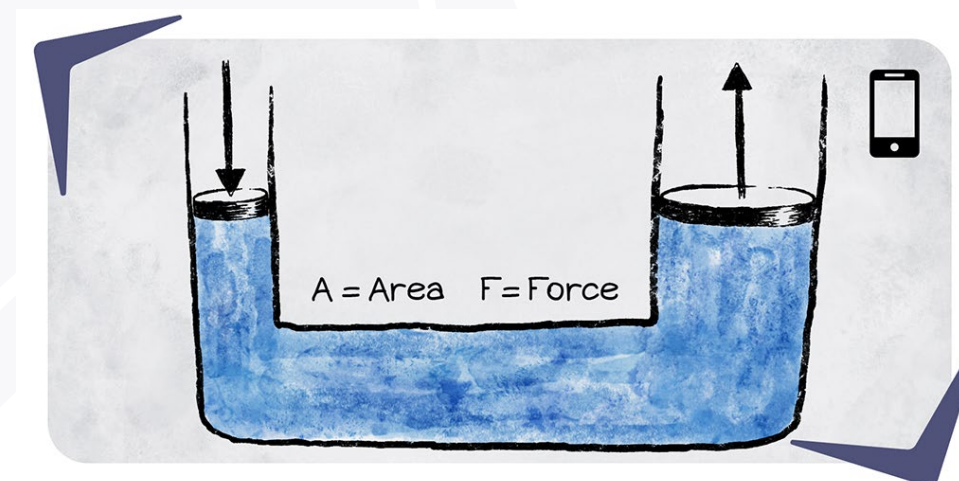
Skúste nasledovné: vezmite dva orechy.

Keď jeden stlačíte, nedokážete ho rozbiť, ale keď podržíte dva a stlačíte ich spolu, budú sa navzájom dotýkať na malej ploche, a vy máte šancu ich otvoriť. V zime, keď sa chceme prejsť po snehu, zväčšíme plochu topánok aby sme sa nezabárali. Na tanečnom parkete je bolestivé, keď vám dievča s ihličkovým podpätkom šliape na prsty. Pri predstave vám pomôžu nasledovné obrázky. Ako vidíte, poznatky v živote využívate intuitívne, alebo vďaka skúsenostiam.



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

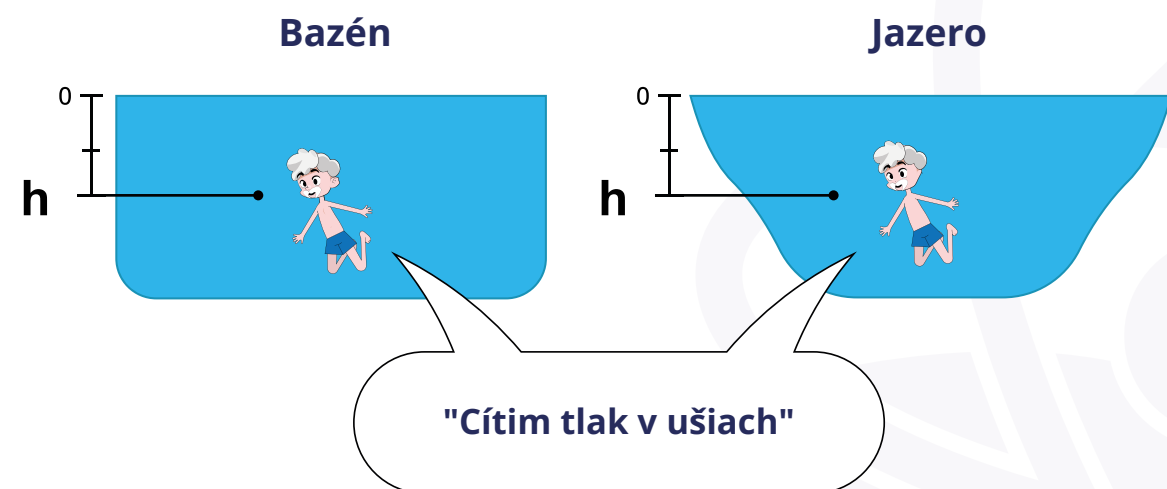
Ďalším dôležitým príkladom je hydraulický zdvihák. Zapamätajte si, že tlak je definovaný podielom veľkosti sily, pôsobiacej kolmo na určitú plochu, a veľkosti tejto plochy.



Spojené valcové nádoby v tvare U, rôzneho prierezu sú uzatvorené piestami. Ak je plocha veľkého piesta 100-krát väčšia ako plocha malého piesta, celková sila pôsobiaca na veľký piest je 100-krát väčšia ako sila pôsobiaca na malý piest. Vykonaná práca (sila $\times$ vzdialenosť) však zostáva rovnaká pri absencii trenia. Malý piest teda musí byť zatlačený nadol 100-krát hlbšie, ako zdvih veľkého piesta.



V horúcom lete sa Arphy kúpala a potápal v bazéne aj v jazere. V ušných bubienkoch cítil tlak. Ako ho dokážeme vypočítať? Tlak v nejakej nádobe vieme vypočítať pomocou už nám známeho vzorca.

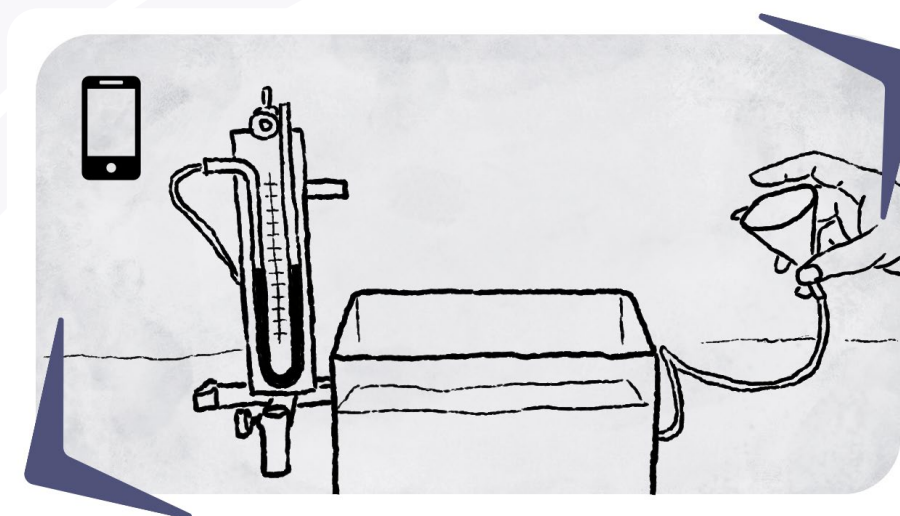


$$p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

m je hmotnosť vody v nádobe, ρ je hustota vody, A je plocha dna nádoby, h je výška nádoby, g je gravitačné zrýchlenie.

Teraz je jasné, že nezáleží na tom, či bol Arphy v bazéne, alebo v jazere, za predpokladu, že bol v rovnakej hĺbke. Pozrite si video s lievikom v nádrži s vodou, sledujte, ako sa mení tlak pri ponáraní a čo sa deje, keď mení smer v rovnakej hĺbke.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



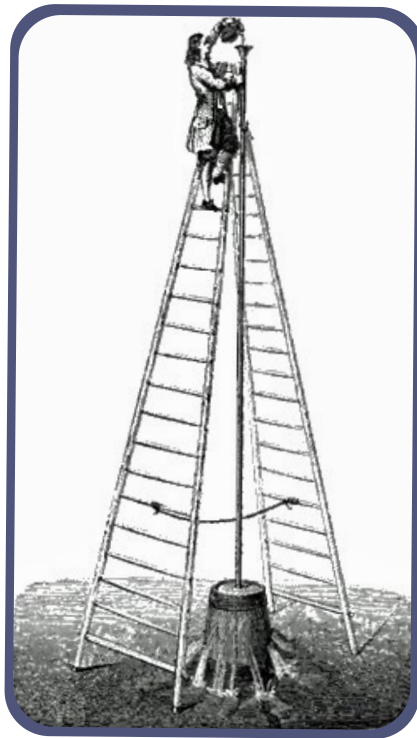


Fig. 34

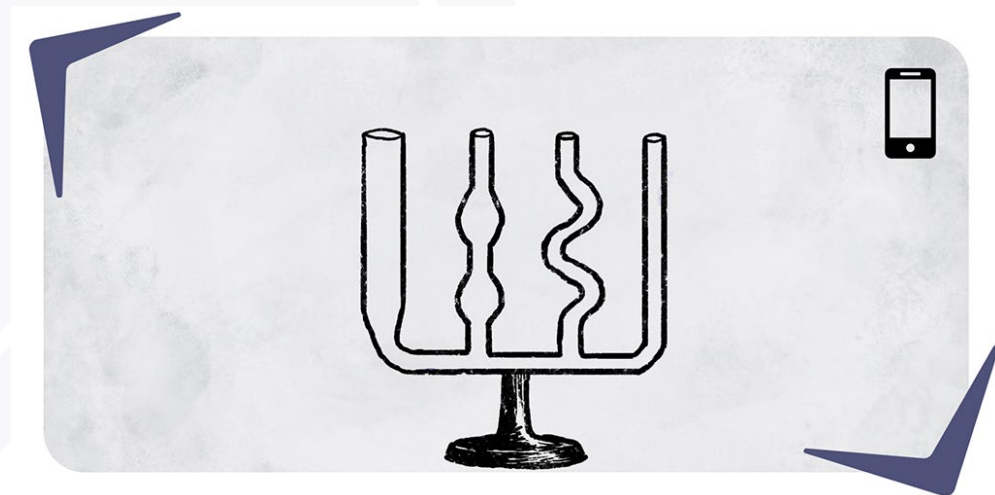
Hovorí sa, že Pascal predviedol dôsledok vzťahu $p = \rho gh$ veľmi zaujímavým spôsobom. Myšlienka je zobrazená na obrázku.

Tento experiment údajne vykonal Blaise Pascal v roku 1646. Do pevného suda naplneného vodou vložil dlhú vertikálnu trubicu, do nej nalial len pohár vody a sud explodoval. V zachovaných Pascalových dielach sa však tento pokus nikde nespomína. Pripísali mu ho francúzski vedci 19. storočia, ktorí ho nazvali „crève-tonneau de Pascal“. Na Youtube je veľa videí, ktoré tento pokus opakujú. Nájdite ten, ktorý vám pomôže zodpovedať otázku prečo sud praskol?



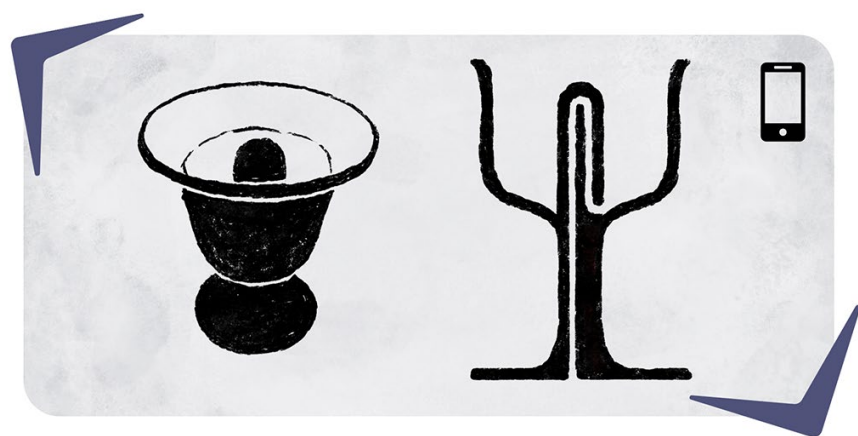
Existuje jeden zaujímavý dôsledok hydrostatického tlaku, nazývaný hydrostatický paradox. Paradox sa nazýva niečo, čo si protirečí, ale v tomto prípade nie je nič protichodné, je potrebné len viac premýšľať. Aby sme vysvetlili, čo je za hydrostatickým paradoxom, musíme začať s Pascalovými spojenými nádobami.

Spojené nádoby sú súborom navzájom prepojených nádob, naplnených homogénnou kvapalinou. Keď sa kvapalina v nádobe usadí, vyrovná sa vo všetkých nádobách na rovnakú úroveň, bez ohľadu na tvar a objem nádob. Hydrostatický tlak je vo všetkých nádobách rovnaký, pretože ako vidíme vo vzorci, závisí od výšky, gravitačného zrýchlenia a hustoty kvapaliny, teda tlak nezávisí od tvaru nádoby, a tomu hovoríme hydrostatický paradox. Vráťme sa späť k Pascalovmu pokusu. Pascal potreboval len malé množstvo vody, ale dôležitá bola jej výška. Ak riešime otázky týkajúce sa hydrostatického tlaku je potrebné mať na pamäti, že tlak je v rovnakej hĺbke **rovnaký vo všetkých smeroch**.



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Vedci sa vždy radi hrali, a mnoho prístrojov bolo vynájdených aby ohromili svojich kolegov alebo študentov. Nasleduje jeden, ktorý nás udivuje a zábava už od čias Pytagora. Archimedes učil svojich žiakov s pohárom spravodlivosti, aby neboli chamtiví pri pití vína. Za týmto žartíkom stojí jeden z najznámejších starogréckych filozofov a matematikov Pytagoras, ktorý je strojcom Pytagorovho pohára alebo pohára spravodlivosti. Pohár je založený na geniálnom dizajne a dodnes zabáva ľudí. Chcete vedieť, ako to funguje? Opäť si pomôžeme pokusom.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Doteraz sme Pascalov zákon používali len v súvislosti s kvapalinami, najmä vodou. Platí to isté aj pre plyny? Potrebujeme to vedieť, pretože žijeme na dne oceánu vzduchu. Keďže v tomto oceáne žijeme od nášho narodenia, jeho prítomnosť si nevšímame, až kým nenastane nejaká zmena, napríklad keď ideme na túru do hôr.



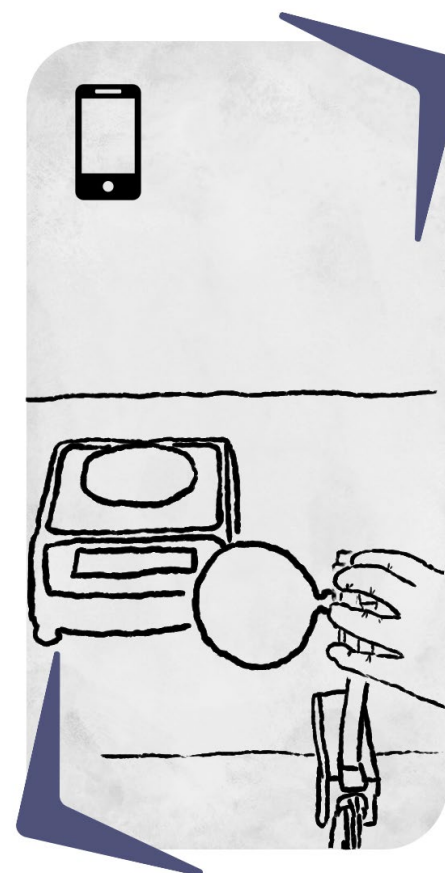
"Čo sa stalo s tou plastovou fľašou? Hore na kopci som ju zatvoril a dal do ruksaku a teraz je celá pokrčená."

Pri stúpaní vo vysokých horách sa tlak vzduchu znižuje, a telo sa potrebuje vyrovnať s nedostatkom kyslíka v pľúcach. Dýchanie a srdcová frekvencia sa zdvojnásobia aj počas odpočinku. Ďalším spôsobom ako pocítiť, že vzduch má na povrchu Zeme vyššiu hustotu je počas pristávania lietadla, kedy máte pocit, že lietadlo pristane na nejakom vankúši, lebo blízko pri zemskom povrchu je vzduch hustejší.



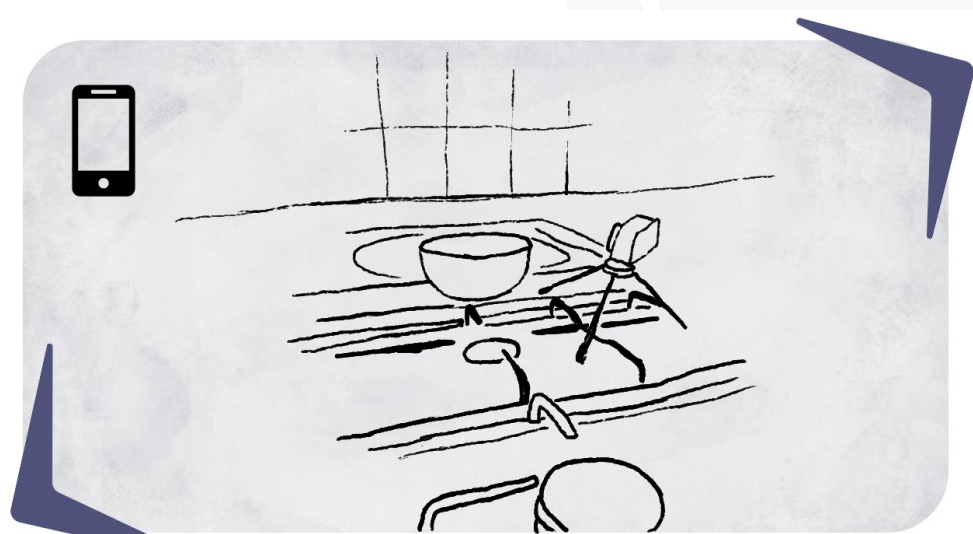
Príčinou hydrostatického tlaku je hmotnosť vody. Ako je to so vzduchom? Má vzduch hmotnosť? Koľko váži?

Vzduch má svoju hmotnosť a teda aj tiaž, aj keď ju nevnímame. Urobme výpočet a pozrieme sa, čo nám čísla odhalia. Ak by sme mali trubicu s plochou 1 cm^2 a výškou atmosféry nad nami, hmotnosť vzduchu v nej by bola 1 kg . Nezdá sa to veľa; je to hmotnosť 10 N na cm^2 , a to je $100\,000 \text{ N}$ na m^2 . (Napríklad hmotnosť hrocha je až 3000 kg , čo znamená tiaž $30\,000 \text{ N}$). Toto množstvo sa nazýva **atmosférický tlak** (čo počúvame pri predpovedi počasia). Pridajme ešte zopár čísiel: plocha ruky je približne 150 cm^2 , čo znamená 150 kg vzduchu na ruke, čiže sila pôsobiaca na ruku, tiaž vzduchu je $1\,500 \text{ N}$. Rovnaká sila však pôsobí aj na spodnú stranu ruky. To je dôvod, prečo si náš život na dne oceánu vzduchu neuvedomujeme. V nasledujúcom videu je experiment, v ktorom sa prejaví sila pôsobenia atmosférického tlaku.



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Sledujte, čo sa stane s plechovkou pôsobením atmosférického tlaku, keď sa tlak vo vnútri plechovky zníži.



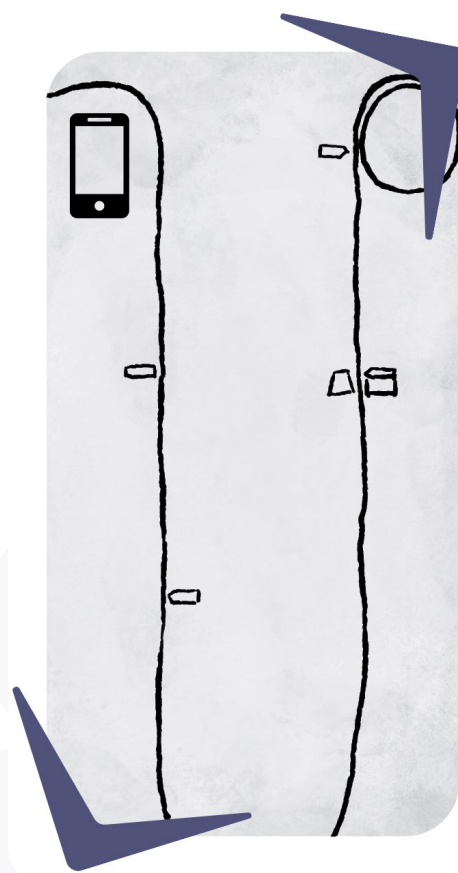
Máme tu jeden pokus, aby sme vám ukázali silu atmosférického tlaku. Máte predstavu, prečo sa to deje? Môžete sa pokúsiť odpoveď vyhľadať.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Hydrostatický tlak, tlakový rozdiel a šnorlchovanie.

Potrebujeme 2-3 m dlhú priehľadnú (plastovú) hadicu. Upravíme ju do tvaru U, a čiastočne naplníme vodou. Vzduch v jednom ramene fúkame ústami, pretlak v ústach sa dá určiť z rozdielu výšok hladín h v oboch zvislých trubiciach $p = \rho gh$, kde ρ je hustota vody, g je gravitačné zrýchlenie. Bude rozdiel, keď budeme vzduch nasávať?

¹ V čom nám video pomohlo? Málokto z nás zažije potápanie, ale šnorlchovanie je iné. Podľa videa bola výška stĺpca pri výdychu 870 mm a pri nadýchnutí 820 mm. Budeme môcť pohodlne šnorlchovať aj v takejto hĺbke? Určitým výpočtom (v materiáli na stránke <https://arphymedes.eu/>) zistíme, že sila na oblasť hrudníka bude rovnaká, ako keby vám na hrudníku sedel 52 kg človek. Pamätajte však, že tlak pôsobí zo všetkých strán. Teraz už je jasné, prečo je dĺžka šnorchla len cca 60 cm.



Spomenuli sme rozdiel tlakov, a ešte chvíľu pri ňom zostaneme. Keď meriame tlak plynov, ako napríklad tlak vzduchu v pneumatikách auta, zvyčajne robíme meranie vo vzťahu k normálnemu tlaku vzduchu. Rozdiel tlaku znamená rozdiel medzi tlakom v pneumatike a atmosférickým tlakom.

V mnohých populárnych filmoch o podmorskom svete vidíme potápačov s tlakovými nádobami so vzduchom, ako sa potápajú hlboko pod vodou. Načo ich potrebujú? Pri potápaní je hydrostatický tlak tak veľký, že na to, aby dokázali dýchať, potrebujú mať so sebou stlačený vzduch v nádobe, aby dokázali vyrovnávať hydrostatický tlak vody. Aj v desiatich metroch pod vodou je hydrostatický tlak až 100 000 Pa, čo znamená, že sila pôsobiaca na hrudník (za predpokladu, že plocha hrudníka je 30 cm x 20 cm) je 6000 N, čo je sila taká veľká, ako keby ste mali na hrudi 600 kg závažie. Rovnaký tlak je však vo všetkých smeroch, čiže aj na hrudi, chrbte, či na oboch bokoch, to znamená, že sme stláčaní zo všetkých strán. (Všetky výpočty boli robené pre čerstvú vodu¹). **Viete povedať, čo je ťažšie nadýchnuť sa alebo vydýchnuť?**

Treba si aj uvedomiť, že sme počítali len tlak vody v danej hĺbke. Okrem toho pôsobí aj tlak vzduchu na hladinu vody.

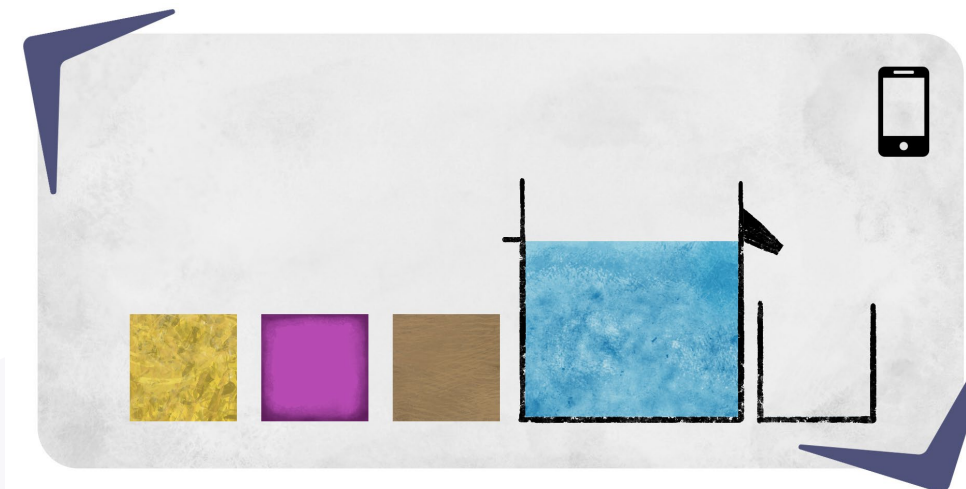


Hydrostatika – Archimedov zákon

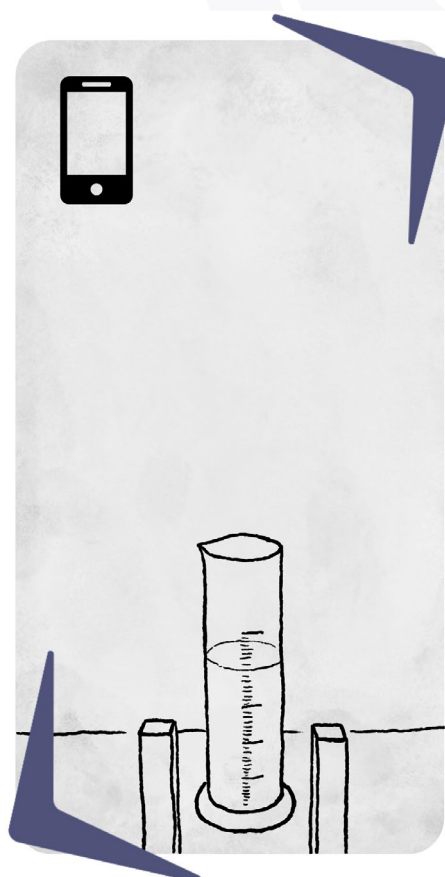
Spomaľte a neponáhľajte sa s napúšťaním vane! Začnite skúmať spolu s nami a Archimedom. Vydáme sa na rovnakú cestu ako Archimedes. Budeme pozorovať, opisovať, experimentovať, výsledky prevádzať do matematického jazyka, ale predovšetkým sa hrať a zabávať. Na začiatku bola vaňa naplnená vodou až po okraj. Keď Archimedes vošiel do vane, isté množstvo vody preteklo cez okraj. Čo by sa stalo keby bol Archimedes väčší alebo menší? Bude množstvo pretečenej vody rovnaké? Nemáme tu Archimeda aby to otestoval, ale my môžeme urobiť pokusy aj s predmetmi rôzneho tvaru, objemu a hustoty. Potrebné je všetko odskúšať, nezabudnite však na to, že vždy môžete meniť len jeden parameter. **Experiment 1** bude testovať rôzne predmety rovnakej veľkosti, tvaru ale rôznej hustoty. Farba priradená jednotlivým experimentom je totožná s farbou experimentov pri Archimedovej ceste.

Aké bolo množstvo pretečenej vody? Bolo množstvo pretečenej vody rozdielne pre rôzne predmety? Ako súvisí množstvo pretečenej vody "s prázdny miestom po predmete"?

| ¹ Množstvo pretečenej vody vždy vyplnilo "prázdne miesto po objekte".



Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Asi každý z nás pozná ten pocit ľahkosti pri ponorení do vody. **Experiment 2** otestuje, či pozoruje rozdiel pri meraní tiaže predmetu silomerom vo vzduchu a vo vode.

| ² Všetky predmety vo vode majú zdanlivo menšiu tiaž. Z kapitoly o sčítaní síl vieme, že rozdiel dvoch síl je opäť sila. Rozdiel tiažovej sily predmetu vo vzduchu a vo vode voláme vztlaková sila.

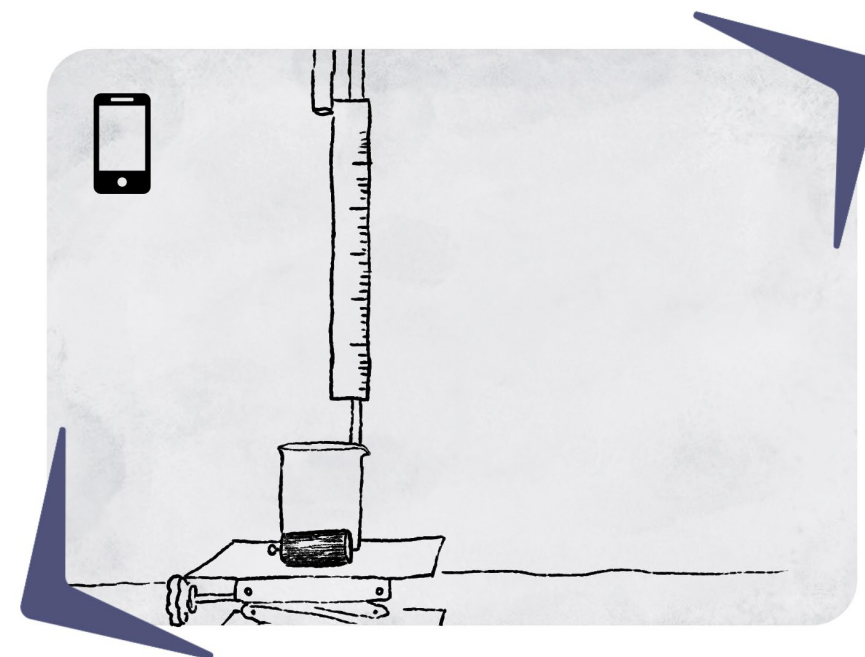
Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Možno máte v škole zariadenie, ktoré sa nazýva Archimedova dvojica valcov. Ak nie, pozrite si **Experiment 3**.

Na základe experimentov, ktoré sme doteraz urobili môžeme skonštatovať, že vztlaková sila pôsobí smerom nahor a to pre všetky telesá či už sú ponorené, čiastočne alebo úplne. Jej veľkosť sa rovná tiaži kvapaliny s objemom rovnakým, ako je objem ponorenej časti telesa.

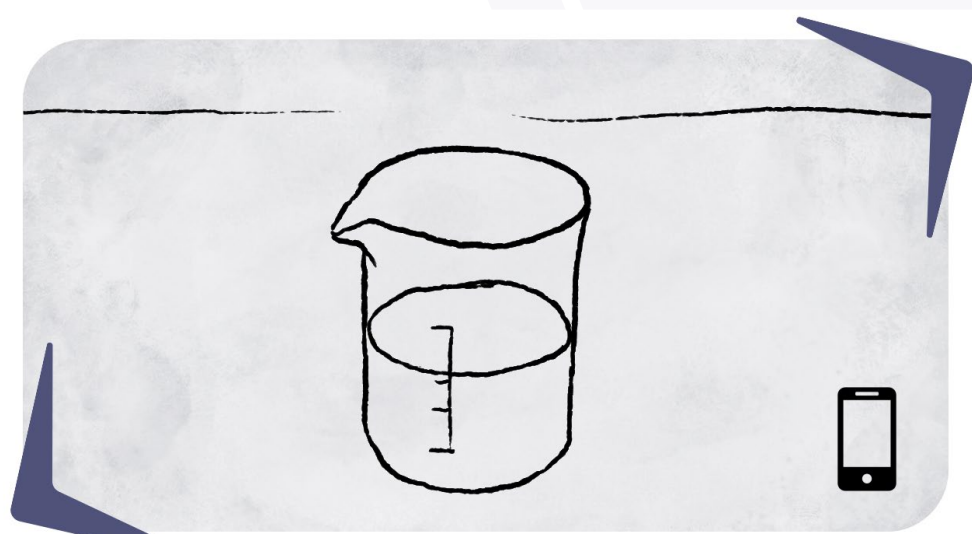
Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Naša cesta pokračuje zisťovaním, od čoho závisí vztlaková sila. **Experiment 4** slúži na overenie, či vztlaková sila závisí od množstva vody v nádobe. Pozorujeme rozdiel vo vztlakovej sile, keď ponoríme ten istý predmet do tej istej nádoby ale s rôznymi hladinami vody?

³ Po vložení toho istého predmetu do rovnakej nádoby, ale s rôznymi výškami hladiny vody nepozorujeme rozdiel vo vztlakovej sile.

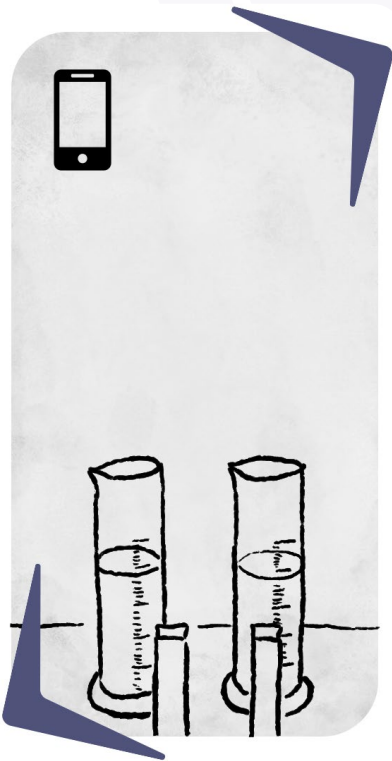
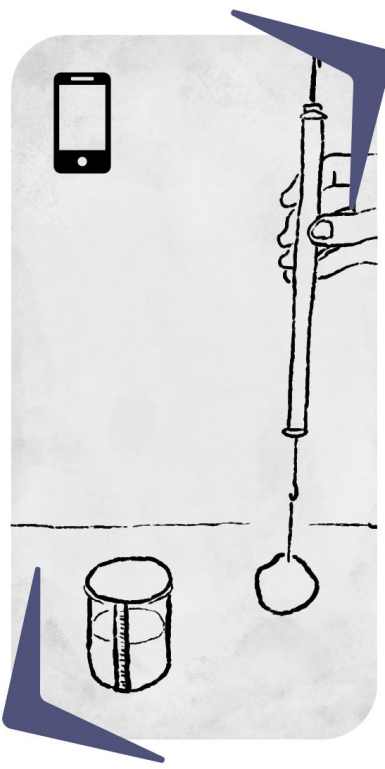
Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Čo sa stane keď použijeme predmety odlišného tvaru, ale s rovnakým objemom a z rovnakého materiálu. Experiment 5.

4 Keď použijeme predmety z rovnakého materiálu, s rovnakým objemom, ale rôznym tvarom, nepozorujeme rozdiel vo vztlakovej sile.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Viacerí máme tú skúsenosť, že v mori sa nám ľahšie pláva ako v jazere. V Experimente 6 si overíme, či existuje rozdiel vo vztlakovej sile pri kvapalinách, ktoré majú rôznu hustotu. Kvapalinu s väčšou hustotou sme zafarbili.

5 Keď dáme rovnaké predmety do slanej vody a do vody z jazera, rozdiel bude vo vztlakovej sile. Vztlaková sila rastie spolu s hustotou vody.

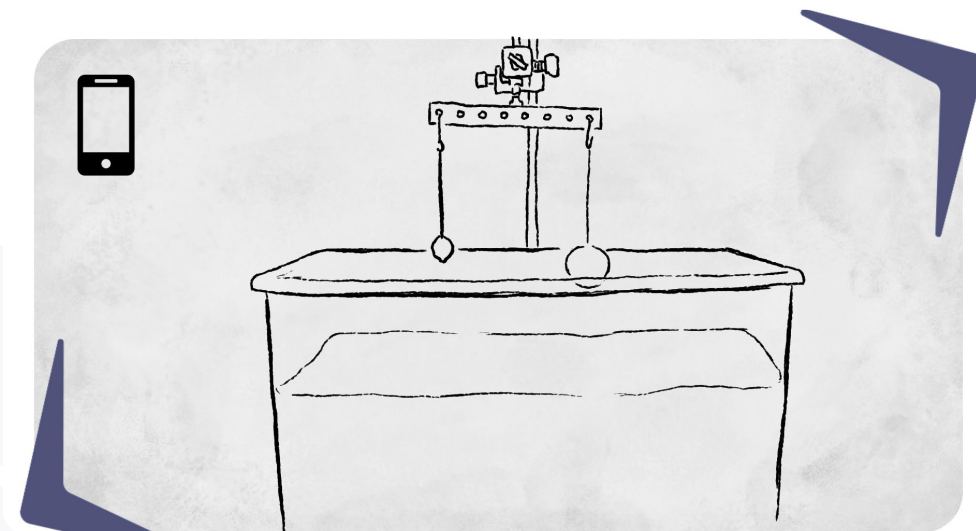
Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



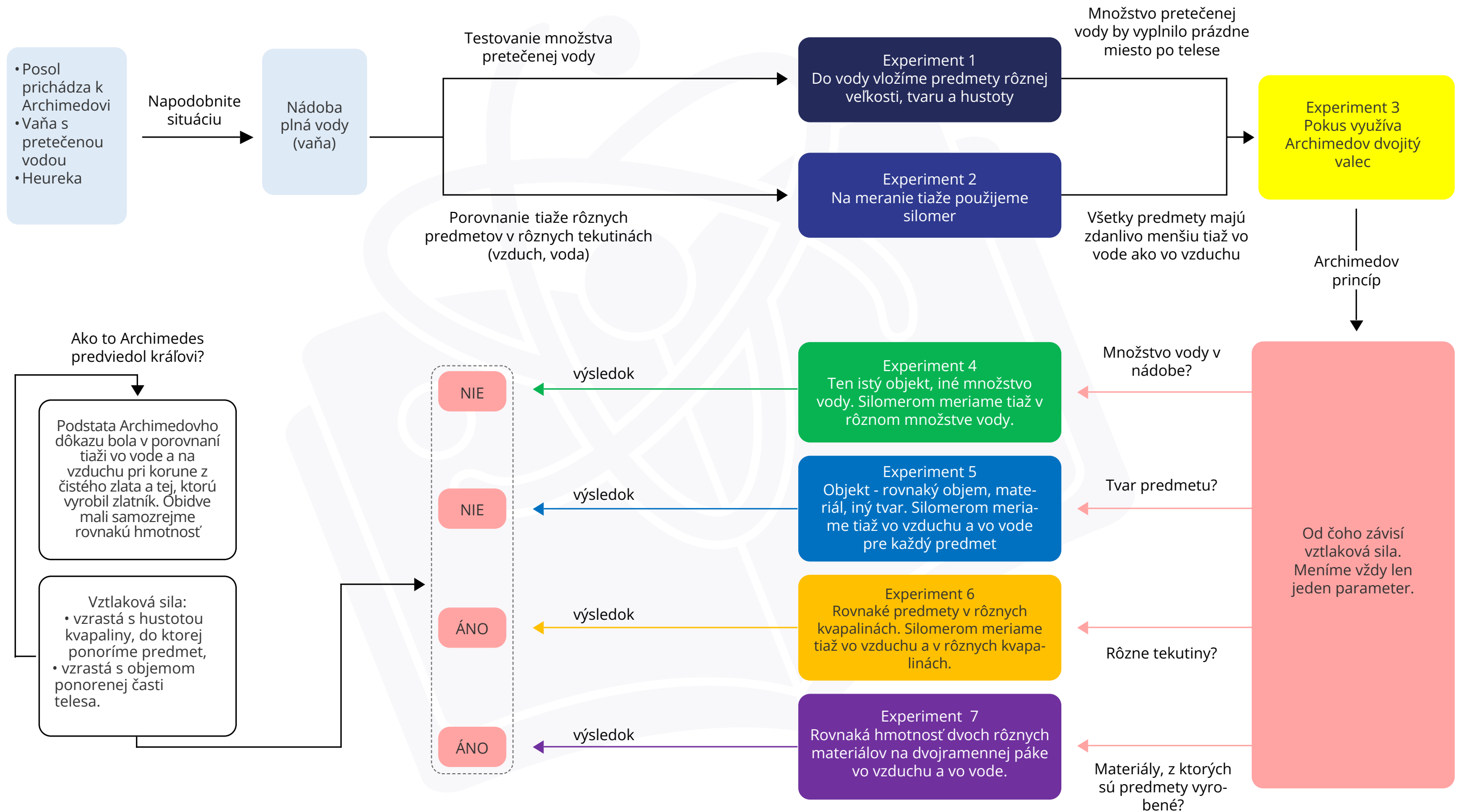
Teraz otestujeme závislosť vztlakovej sily od použitého materiálu. **Experiment 7.**

⁶ Zhrnutie: Vztlaková sila závisí od hustoty kvapaliny, objemu ponorenej časti telesa. Teraz máme všetko. Na jednu stranu obojstrannej páky by sme dali korunu od zlatníka a na druhú stranu, korunu z čistého zlata. Obidve s rovnakou hmotnosťou. Ak by zlatník použil nejaké množstvo striebra, čo by sa stalo? Predmet z hustejšieho materiálu (zlata) bude mať menší objem. (Menšia guľa)

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Po ceste hľadania s Archimedom



Hydrodynamika

Hydrodynamika je trochu pokročilejšia fyzika, ale keďže sa s ňou stretávame v každodennom živote, pokúsime sa na ňu pozrieť cez experimenty.

Základnými pravidlami sú zákony zachovania hmoty a energie. Zákon zachovania hmoty hovorí, že keď kvapalina preteká potrubím, množstvo kvapaliny vstupujúce do potrubia sa musí rovnať množstvu vytekajúcej kvapaliny. To je dobrá správa, lebo inak by sme mohli mať problém s vodou z vodovodu. Rúrky sú tenšie ako vodovodné potrubie, ale vďaka zákonu zachovania hmoty je množstvo vytekajúcej a vtekajúcej kvapaliny rovnaké a vodovod sa nám neroztrhne.

Zákon zachovania energie súvisí s nasledujúcimi pokusmi. Jedno však majú spoločné, ukazujú prípady, keď sa v dôsledku zvýšenia rýchlosti tekutiny zníži tlak. Existujú ďalšie pokusy, ktoré vám môže učiteľ ukázať a vysvetliť. **Experiment 1.**

Experiment 1

Zaveste dve prázdne plechovky do priestoru a fúkajte do priestoru medzi nimi (asi 5cm). Keď sa rýchlosť prúdenia vzduchu medzi plechovkami zvýši, tlak v tomto priestore sa zníži. Vyšší okolitý tlak vzduchu pritlačí plechovky k sebe. Tento experiment môžete vyskúšať aj fúknutím medzi dva listy papiera, alebo dva balónky.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Experiment 2 Na všetkých vlakových nástupištiach budte ostražití a pozorní. Kvôli vlastnej bezpečnosti sa **nezabudnite zdržiavať za žltým pásom na všetkých nástupištiach, či už pred nástupom do vlaku alebo po vystúpení z vlaku.** Za touto značkou na železničných staniciach je Bernoulliho princíp. Viete ho vysvetliť?

Experiment 2

Keď sa vlak rúti rýchlo popri nástupišti, rýchlosť vzduchu sa popri vlaku zvyšuje, čo znamená, že tlak vzduchu klesá. Keď stojíte blízko vlaku, vysoký tlak prúdiaceho vzduchu smerom k vlaku môže zatlačiť človeka k vlaku a tiež aj pod jeho kolesá. To isté sa môže stať, keď rýchlo idúci kamión predbieha cyklistu v nedostatočnej vzdialenosti. Preto sú dôležité samostatné cestné pruhy pre cyklistov.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Experiment 3 | Nepříjemný zážitek můžete mít při sprchování v sprchovacím kúte so závesom, ktorý sa pri sprchovaní zatiahne smerom k vám a navlhne. Niekedy sa na vás dokonca aj nalepí.

Experiment 3

Tento experiment vysvetľuje nepříjemnosti při sprchování v sprchovém kúte so závesom. Ak máte radi väčšie množstvo vody a dokonca si ňou masírujete telo, potom má vysokú rýchlosť. Podľa Bernoulliho rovnice platí, že rýchly prúd vody spôsobí rýchlejší prúd susediaceho vzduchu, tým sa zníži jeho tlak, čo znamená, že záves je väčším okolitým tlakom tlačенý smerom k prúdu vody a vlhne, alebo sa na vás až nalepí.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Príklad zo života

V roku 1972 fúkal v Bostone vietor okolo mrakodrapu tak veľkou rýchlosťou, že okenné sklá vyleteli smerom von. Zistite viac na internete.

Vysvetlenie k príkladu z Bostonu.

V Bostone, v novembri 1972, sa sklo doslova začalo sypať, keď do nového mrakodrapu narážali sezónne vetry. Nedokončená 60-poschodová budova John Hancock Tower, mala viac ako 10 000 okenných dielcov, kde každý z nich mal 12 štvorcových metrov skla. Keď vietor zafúkal, tabule sa začali trieštiť, a rozbité úlomky ako keby pršali. Vysvetlenie je opäť v Bernoulliho rovnici, lebo vysoká rýchlosť vetra spôsobila nízky tlak okolo budovy, a tak sa sklo začalo presúvať do oblasti nižšieho tlaku vzduchu, a rozbité úlomky padali na ulicu.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.



Na poslednej strane sa nachádzajú dva 3D modely, uvádzané v tejto kapitole. Bližšie vysvetlenie je v kapitole: Návrhy projektov a technické aplikácie.

3D model lietadla



3D model ponorky.

