



ARPHYMEDES

KNIHA PRE UČITEĽOV

Authori Knihy pre učiteľov ARphymedes

Katarina SUSMAN, Saša DOLENC, Jerneja PAVLIN, Alžbeta MARČEK-CHORVÁTOVÁ, Ľubica VAREČKOVÁ, Gabriela PAVLENDOVÁ, Peeter MÜÜRSEPP, Dorin-Dumitru LUCACHE, Cristian-Gyözö HABA, Marco CANTARELLA, Giuseppe Fabio URSINO, Margarita SIMOPOULOU, Giannis LADAS.

Zoznam autorov a ich prínos

Všetci autori	Afiliácia	Prínos
Katarina SUSMAN	University of Ljubljana (Slovinsko)	Tvorba konceptu knihy pre učiteľov, príprava a kompletizácia textu, pedagogických popisov, vysvetlení a poznámok k návrhom experimentov, videí a animácií, námety doplnkových aktivít a sprievodných otázok pre učiteľov, návrh obálky
Saša DOLENC	University of Ljubljana (Slovinsko)	Pomoc pri príprave a kompletizácii textu, pedagogických popisov, vysvetlení a poznámok k návrhom experimentov, videí, a animácií, námety doplnkových aktivít a sprievodných otázok pre učiteľov
Jerneja PAVLIN	University of Ljubljana (Slovinsko)	Pomoc pri príprave a kompletizácii textu, pedagogických popisov, vysvetlení a poznámok k návrhom experimentov, videí, a animácií, námety doplnkových aktivít a sprievodných otázok pre učiteľov

Alžbeta MARČEK-CHORVÁTOVÁ	Univerzita sv Cyrila a Metoda v Trnave (Slovensko)	Odborný dohľad a koordinácia
Ľubica VAREČKOVÁ	Univerzita sv Cyrila a Metoda v Trnave (Slovensko)	Preklad do slovenčiny a pomoc pri tvorbe
Gabriela PAVLENDOVÁ	Slovenská technická univerzita v Bratislave (Slovensko)	Návrh pôvodného konceptu
Peeter MÜÜRSEPP	Tallinn University of Technology (Estónsko)	Príprava obsahu videí (za snímačmi) v študentskej knihe, preklad do estónčiny
Dorin-Dumitru LUCACHE	Technical University of Iasi (Rumunsko)	Preklad do rumunčiny
Cristian-Gyözö HABA	Technical University of Iasi (Rumunsko)	Preklad do rumunčiny
Marco CANTARELLA	Viteco (Taliansko)	Príprava a spracovanie grafickej časti kapitol knihy
Giuseppe Fabio URSINO	Viteco (Taliansko)	Príprava a spracovanie grafickej časti kapitol knihy
Margarita SIMOPOULOU	Diadrasis (Greece)	Tvorba animácií a snímačov rozšírenej reality (AR)
Giannis LADAS	Diadrasis (Greece)	Texty k animáciám s rozšírenou realitou (AR)

ÚVOD

Autori pripravili knihu pre študentov, ktorá využíva rozšírenú realitu na prehĺbenie vedomostí, a umožňuje nahliadať experimentov. Konceptia celého materiálu je založená na zážitkovom učení, vychádza z akceptácie učiaceho sa ako holistickej bytosti a prírody, ako nedeliteľného celku. Kniha pre študentov umožňuje aj dištančné vzdelávanie spolu so zdrojom vysvetlení. Zámerom bolo vytvoriť funkčný celok, ktorý pozostáva z knihy pre študentov a knihy pre učiteľov, ktoré aj týmto spôsobom odporúčame používať. Úlohou študentov je aktívne sa zapájať do poznávacích procesov s rozšírenou realitou, a do praktických pokusov tak, aby získavali výsledky, ktoré si môžu porovnať s výkladovou časťou a textom v knihe pre študentov, a ďalej ju dopĺňať a opravovať. Takýto spôsob nadobúdania vedomostí vedie k tvorivosti, podporuje dlhodobú pamäť, samostatnosť, individualizáciu a diferenciáciu v procese vyučovania, podporuje kritické myslenie a rozvoj zručností.

O KNIHE PRE UČITEĽOV

O materiáloch pre študentov a úlohe knihy pre učiteľov

Táto kniha je súborom doplnkových a rozširujúcich materiálov pre učiteľov, ktorí učia fyziku. Študentské materiály tvoria zbierku aktivít, ktoré dopĺňajú, rozširujú a obohacujú bežný učebnicový materiál. Prvky rozšírenej reality (AR) vystupujú ako moderný prístup k vyučovaniu, a tiež ako atraktívny a motivujúci prvok pre mladých ľudí. Experimentálna práca sa dostáva do popredia a je prepojená so spoločnou skúsenosťou študentov. Základné usporiadanie a obsah je rozložený na dvoch stranách formátu A4, ktoré fungujú bez akéhokoľvek vzájomného obmedzenia (Obrázok 1).



Obrázok 1: Rozloženie obsahu knihy pre študentov na dvoch A4 stranách.

Konkrétny obrazový materiál (vo forme náčrtov a skíc) má okrem svojho základného posolstva aj ďalšie posolstvo, keďže obsahuje AR spúšťače (trigre). Používatelia materiálu budú potrebovať smartfóny alebo tablety s fotoaparátom, do ktorých je potrebné stiahnuť si aplikáciu (Obrázok 2).

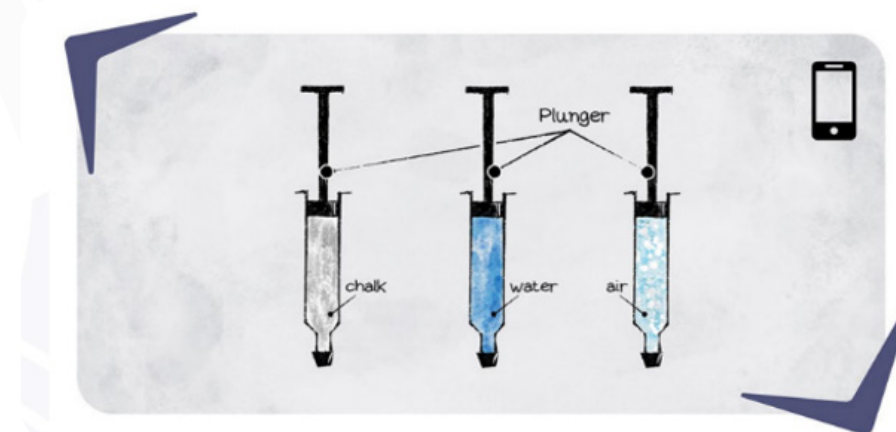
Download it or scan the QR code and find out more!



ARPhymedes StudentBook
Diadrisis

Obrázok 2: QR kód (vľavo) na stiahnutie aplikácie (vpravo).

Akonáhle objektív zachytí obraz (spúšťač) obsiahnutý v tlačenej alebo elektronickej verzii materiálov, začne implementovať rozšírenú realitu. V tejto súvislosti možno sledovať záznamy vykonávaného experimentu, experiment vo virtuálnej realite alebo animáciu (Obrázok 3).



Obrázok 3: Príklad obrázka, ktorý je zároveň "spúšťačom" animácie.

Konštrukcia študentského materiálu nie je založená na postupnom obsahu, ktorý by nadväzoval na učebné osnovy, ale je navrhnutá ako doplnkový materiál na obohatenie vyučovacej hodiny alebo samostatnej práce študentov. Výpočty a rovnice sú v materiáloch pre študentov väčšinou vynechávané, keďže je materiál určený na zlepšenie chápania pojmov a javov vo fyzike, a tiež na podporu vyšších kognitívnych úrovní myslenia a porozumenia.

Kniha pre učiteľa poskytuje a navrhuje konkrétne miesta, kde môže učiteľ umiestniť výpočty zaviesť, uvádzať ich krok za krokom spolu s vysvetlením, objasnením a ďalšími návrhmi. Vysvetlenia a návody v materiáloch pre študentov sú spájané s každodennými situáciami a skúsenosťami, ktoré následne vedú k realizácii aktivít, prezentovaných rôznymi spôsobmi. Historická perspektíva a prepojenie s vývojom vedy ponúkajú možnosti špecifického prístupu k výučbe fyziky. Súčasťou sú príklady technických riešení (výrobkov, zariadení, strojov atď.), ktoré vychádzajú z fyzikálnych pojmov a obsahu. Množstvo textu nie je veľké, preto kniha pre učiteľa obsahuje návrhy, námety, otázky, posilnenie študentského materiálu s dodatočným vysvetlením, technickými materiálmi, výpočtami, atď.

Nasledujúce kapitoly v knihe pre učiteľa sú zhodné s kapitolami knihy pre študentov, kde sú zahrnuté nasledujúce kapitoly:

- Čo je fyzika
- Mechanika - Dynamika
- Mechanika - Kinematika
- Mechanika tekutín
- Práca, výkon a energia.

Názov každej kapitoly (v materiáloch pre študentov, ako aj v knihe pre učiteľov) je východiskom pre diskusiu o vybranej fyzikálnej téme (Obrázok 4).



Obrázok 4: Obálky kapitol v študentskej a učiteľskej knihe.

Arphy, ako hlavná postava študentského materiálu, vystupuje v konkrétnych situáciách, ktoré vyvolávajú otázky súvisiace s obsahom, a študentov sprevádza časom, dôležitými udalosťami a oboznamuje ich s vybranými fyzikálnymi pojmami. Učiteľ by mal poukázať na konkrétne vlastnosti, naznačiť otvorené otázky alebo úlohy a počas aktivít viesť študentov k objavovaniu a hľadaniu odpovedí. Osobitnú úlohu môže učiteľ zohrávať pri oboznamovaní študentov s kontextom vývoja vedy, prostredníctvom rozprávania príbehov, ktoré odhaľujú historickú situáciu, dobu, okolnosti a podmienky, v ktorých vedci opisovali a vysvetľovali javy v prírode. Počas učenia fyzikálnych pojmov, často po poznatkoch z histórie vedy nasledujú ďalšie kroky, ktoré si študenti musia tiež osvojiť. Práve preto táto kniha pre učiteľov obsahuje informácie a zaujímavé príbehy o slávnych osobnostiach, ktoré prispeli k rozvoju vedy.

Každá kapitola knihy pre učiteľov sumarizuje vzdelávacie ciele, ktoré sleduje samotný materiál pre študentov, keďže načrtáva aj nesprávne predstavy a chápanie študentov, ktoré sa v jednotlivých témach často vyskytujú, a navrhuje spôsob, ako ich prekonať. Ku každej časti študentského materiálu kniha tiež poskytuje návrhy aktivít, podnety na diskusiu, otázky, projektové úlohy s návodom a materiálmi na prehĺbenie vedomostí.



ARPHYMEDES

KAPITOLA 1

ČO JE FYZIKA

ČO JE FYZIKA?

Názov "fyzika" pochádza zo starovekého Grécka, kde toto slovo v starovekej gréčtine znamená štúdium prírody. Fyzika je základné odvetvie prírodných vied, ktoré skúma hmotu, energiu a ich vzájomné pôsobenie, opisuje vesmír od najmenších až po najväčšie predstaviteľné rozmery. Opisuje, čo sa deje od submikroskopickej úrovne až po rozmer celého vesmíru. Fyzika je prepojená s inými vednými odbormi, v ktorých výskum prináša nové otázky, ktoré vedú k ďalšiemu výskumu. V histórii fyziky sa teórie upravovali, rozširovali a spájali. Newton však zjednotil mechaniku nebeských telies a mechaniku telies na Zemi a v laboratóriu. Oersted zjednotil elektrinu a magnetizmus, Maxwell elektrinu a optiku, kvantová mechanika zas spojila a zjednotila mechaniku a chémiu. Vo fyzike sa teda poznatky stále zhromažďujú a nikdy nevieme, kedy sa zmenia alebo doplnia o súčasné poznatky a existujúce teórie, ktoré sú základom našich pozorovaní a meraní v prírode.

Ciele vzdelávania

V kapitole „Čo je fyzika“ sa žiaci dozvedia, čo je to fyzika, aké je jej začlenenie do rôznych vedných odborov a aká je jej dôležitosť v rôznych oblastiach nášho života. Dozvedia sa o nástrojoch, ktoré sa používajú na opis javov a aj spôsobe vyjadrovania a zapisovania teorém, zákonov, rovníc a jednotiek vo fyzike.

Úlohou študentov bude:

- Zisťovať význam experimentu pri poznávaní a overovaní fyzikálnych zákonov,
- Naučiť sa významu integrácie experimentálnych poznatkov s teoretickým, analytickým a syntetickým myslením,
- Naučiť sa, že čísla a jednotky sú nedeliteľné a že hodnoty fyzikálnych veličín sa musia vždy zapisovať ako ich produkt,
- získavať vedomosti a informácie s použitím fyzikálnych textov, odbornej literatúry, elektronických materiálov, odborných webových stránok a iných zdrojov,
- dozvedieť sa o význame a nepostrádateľnosti fyzikálnych poznatkov pre technologický rozvoj a ovládnutie prírody,
- naučiť sa oceňovať vedecké úspechy fyziky, ich vplyv na zmenu životných podmienok a pokrok spoločnosti a kultúry vo všeobecnosti,
- dozvedieť sa o vplyve historického a spoločenského vývoja na fyzikálne poznatky,
- uvedomovať si neoddeliteľnosť prepojenia jednotlivca so spoločnosťou a životným prostredím,
- kriticky uvažovať o využívaní vedeckých poznatkov uvedomenie si našej spoluzodpovednosti s existenciou života na Zemi,
- opísať javy, ktoré fyzika skúma, a aplikovať ich v každodennom živote, vede, technike a medicíne,



- osvojiť si a uplatňovať rôzne metódy a formy práce vo fyzike ako sú pozorovanie, plánovanie, meranie, experimentovanie, vyvodzovanie záverov, interpretácia výsledkov meraní a experimentov,
- definovať pojmy fyzikálna veličina, fyzikálna jednotka a nástroje merania,
- rozpoznávať vybrané fyzikálne veličiny,
- samostatne merať dĺžku alebo čas, vypočítať priemernú hodnotu a približne odhadnúť chybu merania (E),
- naučiť sa používať predpony a prevody merných jednotiek,
- porovnať veľkosť atómu a iných mikroskopických častíc s veľkosťou vesmíru (Bajc, 2009).

Obálka kapitoly

Názov kapitoly naznačuje, že fyzika prepája teoretické a experimentálne odvetvia vedy. Na tabuli je napísaná rovnica, ktorá predstavuje matematický opis fyzikálnej vlastnosti. Pri zapisovaní môžete so študentami diskutovať



o symboloch, jednotkách a spôsoboch ich zápisu. Vhodné je predstaviť grécku abecedu, ktorá je vo fyzike veľmi dobre zastúpená, keďže veľa fyzikálnych symbolov obsahuje grécke písmená. Zopakovať je treba premenu známych veličín a jednotiek, a tiež upriamiť pozornosť na ich vhodný zápis. Diskutujte aj o štandardných jednotkách a ich význame pre správnu komunikáciu v oblasti vedy.

Na titulnom obrázku vidíte tri meracie prístroje, ktoré už

študenti poznajú: teplomer, pravítko a stopky. Študentov treba oboznámiť s meracími prístrojmi a zariadeniami, s postupmi merania a dohodnúť si pravidlá, ktoré je potrebné pri meraní dodržiavať. Zároveň je vhodné študentom predstaviť vybavenie laboratória, laboratórny poriadok, bezpečné zaobchádzanie s prístrojmi a potrebu vlastnej bezpečnosti.

Keď si pozorne pozriete obálku, viete si naplánovať experiment, ktorý môžete uskutočniť so svojimi študentmi. Pomocou meraní by mali študenti potvrdiť, ktorá z lyžíc je vhodnejšia na miešanie vody, keď sledujú teplotu vody a čas. Študenti budú pravdepodobne poznať odpoveď, ale vyzvite ich, aby svoj predpoklad podložili aj meraniami. Študentom pripomeňte, že pri meraní teploty počas zohrievania je dôležité miešanie a systematické

zaznamenávanie času a teploty do vopred pripravenej tabuľky. Na záver so študentami interpretujte výsledky meraní a odpovedzte na výskumnú otázku. Tento príklad prezentujte ako modelový príklad fyzikálneho experimentu a výskumu v prírodných vedách.

Hoci vedci v histórii predpokladali výsledky, predpoklady je vždy potrebné potvrdiť systematickým meraním a použitím meracích prístrojov a zariadení, ktoré musia byť správne kalibrované. Moderný výskum je tiež založený na sérii meraní, ktoré sú interpretované a zapisované formou matematických výrazov. Matematika je teda nástroj, ktorý fyzika používa na zaznamenávanie, opis a interpretáciu javov.

Názov kapitoly naznačuje aj ďalšie činnosti a aktivity v rámci kapitoly, týkajúce sa rozsahov sledovaných systémov, opisu a interpretácie javov v prírode.

Slávni vedci

Úvodná časť kapitoly sa začína opisom práce a života troch významných osobností z dejín fyziky.

Aristoteles (384-322 pred n. l.), ktorý žil a pôsobil v starovekom Grécku, bol jednou z najvýznamnejších osobností rozvoja vedy v antickom svete. Aristoteles bol žiakom Platóna a vytvoril holistický pohľad na svet. Založil vlastnú školu, ktorá sa nazývala Lýceum. Tento termín sa dodnes používa v názvoch vzdelávacích inštitúcií po celom svete. Bol plodný v písaní kníh, pokrývajúcich rôzne oblasti od zoológie, botaniky, poézie, fyziky až po štátnictvo.

Aristoteles rozdelil svet na dve časti, svet pod Mesiacom a svet za Mesiacom, kde prvý je premenlivý a špinavý a druhý je nemenný a božský. Podľa neho bola Zem stredom vesmíru. Pokúšal sa tiež opísať pohyb ostatných známych telies vo vesmíre (Slnko, Mesiac, Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter, Saturn a stále hviezdy) pomocou sfér. Aristotelov pohľad na vesmír a svet zostal v platnosti veľmi dlho, až do 17. storočia.

Galileo Galilei (1564-1642) svojimi revolučnými myšlienkami a dielom vydláždili cestu renesančnému a osvieteniskému pokroku vo vede. Narodil sa v Pise, známej svojou šikmou vežou. Mal významný vplyv na rozvoj astronómie, lebo ako prvý systematicky pozoroval nebeské objekty pomocou ďalekohľadu, ktorý si podľa holandského modelu vyrobil úplne sám, dokonca si aj sám vybrúsil šošovky. Opísal príliv a odliv a predstavil názor na heliocentrickú sústavu. Po vydaní knihy Dialógy ho v Ríme postavili pred súd, ktorý pod vedením pápeža prijal prísne rozhodnutie. Galileovi sa vyhrážali mučením, keď sa nezriekne "omylu a herézy o pohybe Zeme". Bol odsúdený na domáce väzenie a dohľad, no napriek tomu pokračoval v práci a výskume. Pripisuje sa mu slávny výrok "A predsa sa točí", ktorý naznačuje, čomu veril, hoci musel svoje presvedčenie poprieť, aby zostal nažive. Svoj výskum zameral na pohyb telies a pohyb

telies pri voľnom páde. Často sa mu pripisuje hádzanie telies z naklonenej veže, avšak bádatelia v oblasti dejín fyziky sa domnievajú, že Galileo Galilei to nerobil. Patril medzi prvých, ktorí vykonávali systematické experimenty, ktoré premyslene plánoval, vykonával a niekedy na základe svojich úvah predpovedal výsledok. Zaujímavé je, že robil pokusy a kotúľal loptičky z kopca za spevu, pričom mierou času mu bol zároveň aj rytmus piesne. Na rampu pripevnil struny, a keď sa loptička kotúľala, zakaždým, keď sa prevalila cez strunu vydala zvuk (úder). Pri speve sa mu podarilo umiestniť struny tak, aby po sebe nasledujúce údery boli v rovnakej časovej vzdialenosti. Okrem spevu využíval tep svojho srdca, ktorý mu pomáhal merať čas (Strnad, 2003).

Tretou slávnou osobnosťou, ktorá sa spomína v materiáloch pre študentov, je **Albert Einstein (1879 - 1955)**, jeden z vedcov, ktorého si každý spája s fyzikou. Albert Einstein však nie je len fyzik, ktorý prepracoval fyzikálne zákony, ale vo svete je tiež pomerne veľkou ikonou a synonymom modernej fyziky. V roku 1905 vypracoval špeciálnu teóriu relativity. V tom istom roku boli publikované štyri jeho práce, ktoré mali zásadný vplyv na vývoj fyziky. V týchto prácach sa zaoberal Brownovým pohybom, ktorý je základom špeciálnej teórie relativity, a spojil hmotnosť telesa s energiou (Strnad, 2003). Einsteinovi sa pripisujú aj zásluhy za všeobecnú teóriu relativity. Počas druhej svetovej vojny pôsobil v USA. Bol členom výskumnej skupiny ktorá prispela k rozvoju jadrovej fyziky, ktorý viedol k vývoju atómovej bomby. Po tragickej udalosti na konci druhej svetovej vojny Einstein a mnohí ďalší vedci verejne vyjadrili ľútosť nad tým, že rozvoj vedy prispel k tak hroznému činu.

Otázky a aktivity na diskusiu so študentmi

Vyhľadajte na internete niektorých slávnych mysliteľov z obdobia starovekého Grécka.

Vyhľadajte na internete vedecké úspechy Galilea Galileiho.

Myslíte si, že Galileo Galilei bol dobrý spevák?

Čo je charakteristické pre voľný pád telies?

Spomeňte si na pokus Galilea Galileiho, ktorý kotúľal guľu z kopca. Ako boli struny na svahu od seba vzdialené, aby počul rovnomerné údery? Môžete si to overiť tak, že tento pokus urobíte sami.

Ako meriame srdcovú frekvenciu? Zmerajte si tlkot srdca v pokoji a po absolvovaní 20 nepretržitých výskokov zo stoja. Uveďte, či je srdcová frekvencia presným meradlom času.

S ktorými vedcami spolupracoval Albert Einstein počas druhej svetovej vojny? Kde

v tom čase pracoval? Za ktorý úspech sa hanbil?

Ktorá rovnica je najznámejšia v súvislosti s Albertom Einsteinom?

Vyhľadajte na internete niektoré zo slávnych myšlienok Alberta Einsteina.

Vytvorte krížovku s pojmami, ktoré možno spojiť s Albertom Einsteinom.

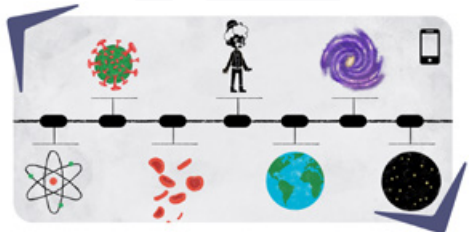
V skupinách vypracujte kvíz o všetkých troch slávnych vedcoch (Aristoteles, Galileo Galilei a Albert Einstein).

Umiestnite známe osobnosti na časovú os.

Experimenty a animácie

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 1) je uvedený zoznam experimentov a animácií uvedených v tejto kapitole. Učiteľovi môže pomôcť pri organizácii práce, pretože okrem "spúšťača" záznamu experimentu sú tu zapísané aj pomôcky na vykonanie experimentu.

Tabuľka 1: Zoznam spúšťačov obrázkov v časti Čo je fyzika

Stručný opis experimentu alebo animácie	Obrázok/spúšťač
Animácia o Galileovi Galileim v Pise	
Animácie v rádoch od najmenších až po veľkosť vesmíru	
Animácia anekdoty, ktorá súvisí s karteziánskym súradnicovým systémom	
Animácia o odhadovaní veľkosti	

Odkazy
Bajc, J. (2009). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo.

http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Strnad, J. Razvoj fizike (The Development of Physics), DZS, 2003



ARPHYMEDES

KAPITOLA 2

MECHANIKA

KINEMATIKA

Mechanika: Kinematika

Čo je mechanika: Kinematika?

Mechanika je odbor fyziky, ktorý opisuje telesá v pohybe alebo v pokoji. Kinematika je pododvetvie mechaniky, ktoré opisuje pohyb telies v pozorovanej sústave. Súradnicový a pozorovaný systém zohrávajú v tomto procese dôležitú úlohu.

V tejto kapitole budú študenti identifikovať pohyb telies pomocou animácií a prehliadať si vedomosti o grafickom znázorňovaní pohybu.

Operačné ciele vzdelávania

Študenti sa naučia::

- plánovať a realizovať jednoduché experimenty a výskum, spracovávať údaje, analyzovať výsledky experimentov a vyvodzovať závery,
- definovať rozdiely medzi pohybom a pokojom pozorovaného telesa vo vzťahu k okoliu,
- opísať priamočiary a krivočiary pohyb,
- rozlišovať pojmy poloha, vzdialenosť, posun, pohyb, dráha,
- prostredníctvom animácií pochopia, že rýchlosť je podielom vzdialenosti a času (E).
- používať rovnicu na výpočet rýchlosti.
- popísať rovnomerný a nerovnomerný pohyb,
- rozlišovať medzi priemernou rýchlosťou a aktuálnou rýchlosťou telesa,
- používať rovnicu na výpočet dráhy,
- rozpoznať graf, ktorý znázorňuje závislosť dráhy od času, prečítať z neho údaje, vysvetliť a pochopiť, aký typ pohybu predstavuje (E).
- rozpoznať graf, ktorý znázorňuje závislosť rýchlosti telesa od času, prečítať z grafu údaje, vysvetliť graf a pochopiť, aký typ pohybu graf (E) znázorňuje,
- rozpoznať graf, ktorý znázorňuje závislosť zrýchlenia telesa od času, prečítať údaje z grafu, vysvetliť graf a pochopiť, aký druh pohybu graf (E) znázorňuje,
- vypočítať neznáme veličiny pomocou grafov.

Časté mylné predstavy a chápanie študentov

Vo vedeckých článkoch existuje mnoho štúdií, ktoré odhaľujú a identifikujú mylné predstavy a nesprávne chápanie javov študentmi. Nižšie uvádzame prehľad mylných predstáv študentov, ktoré môžu súvisieť s touto kapitolou. Zoznam odkazov presne odráža nižšie uvedené mylné predstavy. Podrobnejšie informácie a metódy odhaľovania nesprávneho chápania nájdete v jednotlivých článkoch uvedených v odkazoch.

Študenti majú často problémy:

- rozlišovať pojmom rýchlosť a zrýchlenie,
- určiť rýchlosť objektu ako priameho ukazovateľa zrýchlenia objektu,
- pochopiť, že konštantná sila udržiava objekt v pohybe konštantnou rýchlosťou,
- pochopiť, že objekt bude zrýchľovať v smere sily, ktorá má najväčšiu veľkosť,
- zdieľať Aristotelov názor, že rýchlosť padajúceho telesa je úmerná jeho hmotnosti,
- keď na objekt nepôsobí žiadna sila alebo pôsobia nejaké sily, všetky sily sa vyrušia a objekt je vždy v pokoji,
- pochopiť, že konštantná sila dáva konštantnú rýchlosť,
- pochopiť, že na pád predmetov nie je potrebná žiadna sila, pretože "vždy chcú ísť dole",
- pochopiť, že gravitácia je druh impulzu, ktorý získavajú padajúce predmety,
- pochopiť, že pohyb nie je nemožný bez hmotného prostredia,
- pochopiť, že dve častice majú rovnakú rýchlosť, keď súčasne zaujímajú rovnakú polohu, hoci sa pohybovali rôznymi rýchlosťami,
- pochopiť, že v $v(t)$ zmena smeru krivky predstavuje zmenu smeru objektu,
- prehliadať skutočnosť, že bod, v ktorom krivka pretína časovú os, zodpovedá okamžitej nulovej rýchlosti,
- vyjadriť zápornú rýchlosť na grafe, čo je pre študentov pomerne ťažké,
- problém hovoriť o sklonenej časti krivky pod časovou osou,
- majú problémy s vizualizáciou pohybu, ktorý je znázornený v grafe závislosti rýchlosti od času,
- neuvedomujú si, že na to, aby mohli odpovedať na otázku o polohe v určitom čase, potrebujú ďalšie informácie, ktoré v grafe v $vs t$ nie sú uvedené,
- nerozlišujú medzi polohou objektu (x) v určitom okamihu a jeho posunom (Δx) počas časového intervalu,
- nedokážu spojiť priemernú rýchlosť s okamžitou rýchlosťou v strede časového intervalu,
- často počítajú rýchlosti zo svojich meraní polohy a času, zakresľujú body a spájajú ich do klukatej čiary.
- majú problém oddeliť tvar grafu od dráhy skutočného pohybu v situácii, kedy prechádzajú z grafického znázornenia do laboratórnej situácie,
- nedokážu previesť skutočné fyzikálne javy do správneho zobrazenia na grafe závislosti rýchlosti od času, najmä keď ide o zápornú rýchlosť, ako to musí byť v prípade, kedy pohybujúci sa objekt mení svoj smer,
- pochopiť, že keď dva objekty dosiahnu rovnakú polohu, musia mať rovnakú rýchlosť,
- spájať si byť pred niekým znamená ísť rýchlejšie,
- často intuitívne nedávajú do súvisu rýchlosť pohybu objektu s pomerom prejdenej vzdialenosti a uplynutým časom, s predstavou o rýchlosti v danom okamihu.

Obálka kapitoly

Obálka kapitoly je východiskovým bodom pre rozhovor so študentami. Na obrázku je osoba, ktorá sedí vo vlaku. Vlak sa pohybuje, zatiaľ čo Arphy stojí vonku. Otázka, ktorú adresuje osobe vo vlaku, znie: "Kto sa pohybuje?" (Obrázok 1).



Obrázok 1: Titulná strana kapitoly Kinematika

Učiteľ by mal so žiakmi zopakovať všetky základné pojmy, ktoré súvisia s pohybom, ako napríklad:

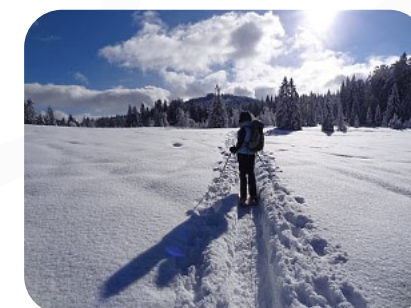
- pohyb pozorovaného telesa,
- rozdiel medzi priamočiarym a krivočiarym pohybom,
- rozdiel medzi rovnomerným a nerovnomerným pohybom.

Uvádzaním príkladov z každodenného života alebo rozpoznávaním fotografií pohybu dokážu študenti definovať jednotlivé pojmy. V tomto bode môže učiteľ pripraviť jednoduchú didaktickú hru, v ktorej budú študenti hľadať dvojice. Dvojicu predstavuje napríklad kartička s obrázkom a kartička s pojmom (Obrázok 2).

Učiteľ by mal rozhovor nasmerovať na dôležitosť pozorovaného systému. Mali by opísať, kto sa pohybuje v každom z pozorovaných systémov. Arphy stojí v systéme krajiny, v ktorom sa pohybuje vlak a chlapec v ňom, ale v systéme vlaku chlapec stojí na mieste.



priamy
pohyb



zakrivený
pohyb

Obrázok 2: Príklad kariet pre didaktickú hru. (Zdroj obrázku: [https:// www.hippopx.com](https://www.hippopx.com))

Slávni vedci

Počas čítania textu sa študenti dozvedia o troch významných osobnostiach: **Nicole Oresme, René Descartes a Andre-Marie Ampere**. Učiteľ rozvíja so študentmi rozhovor o ich živote, o dobe, v ktorej pôsobili, a význame ich práce pre vedu. René Descartes vo svojom diele venoval veľkú pozornosť karteziánskeho súradnicového systému a jeho aplikácii. Aj dnes je súradnicový systém matematickým nástrojom a základom na opis pohybu. Nasledujúci obrázok je spúšťačom animácie o Reném Descartovi a jeho úspechoch.



Andre-Marie Ampere je človek, po ktorom je pomenovaná jednotka elektrického prúdu. Na prvý pohľad sa zdá zvláštne, že sa nachádza v tejto kapitole. Po prečítaní textu vyzveme študentov, aby vyhľadali odpovede na internete alebo vo vopred pripravených materiáloch a textoch. Nápomocné môžu byť aj nasledujúce otázky a úlohy:

Koho prácu Oresme kritizoval?

Prečo si myslíte, že sa opis Oresmeho života nachádza v tejto kapitole? Ktorým citátom je najznámejší René Descartes?

Ako sa znázorňujete karteziánsky súradnicový systém? Ako sa označujú osi? (Študent kreslí na tabuľu).

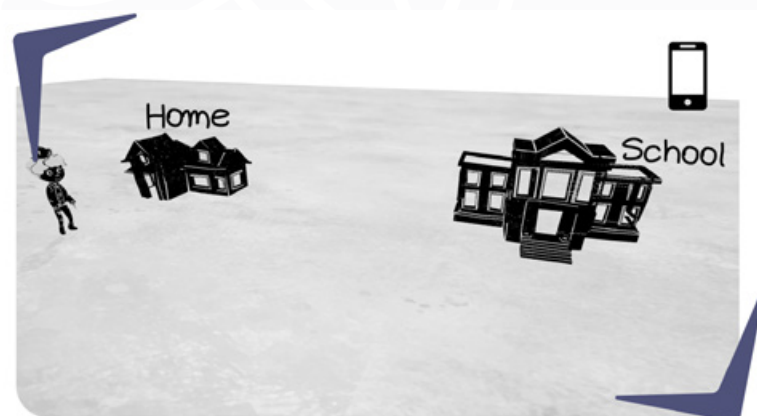
Možno niekto z vás vie, ako sa nazýva jednotka pre elektrický prúd?

O úspechoch Andre-Marie Ampera sa viac dozviete na internete.

Experimenty a animácie: poloha, vzdialenosť, posun, dráha

Prostredníctvom animácií si študenti osvoja pojmy a rozlíšia polohu, vzdialenosť a dráhu. Pri pojme pohyb používame všetky tri pojmy. V jednom prípade môžeme prejsť veľkú vzdialenosť, ale posun od počiatočnej polohy po konečnú polohu je rovný 0. Jedným z takýchto príkladov je napríklad cesta z domu, na konci ktorej sa opäť vrátíme domov.

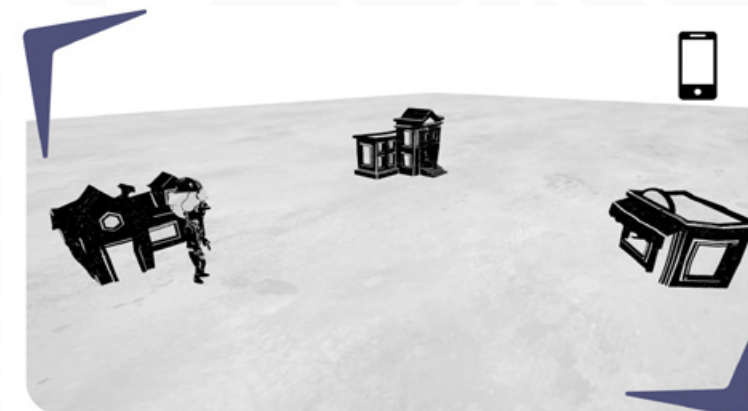
Pri prvej animácii sa so študentami rozprávame o pojme poloha.



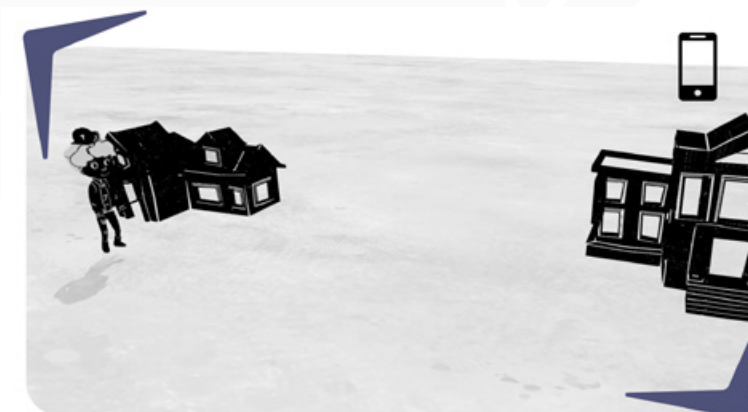
Pomocou druhej animácie definujeme pojem vzdialenosti od východiskového bodu.



V tretej animácii spojíme vzdialenosť, posun a dráhu. Arphy skončil na rovnakom mieste, v rovnakej vzdialenosti od domova, ale v tomto prípade prešiel dlhšiu vzdialenosť ako v predchádzajúcej animácii.



Na poslednej animácii v tomto súbore môžeme ukázať, že hoci je cesta alebo vzdialenosť dlhá, posun je rovný 0, pretože Arphy sa vracia na rovnakú pozíciu, na ktorej svoju cestu začal.



Návrhy na ďalšie aktivity:

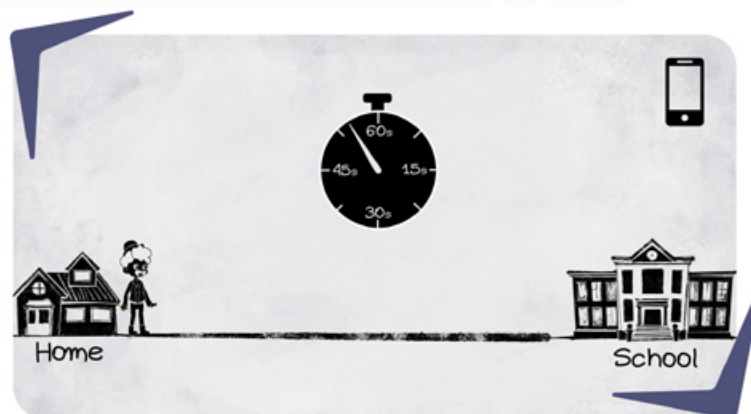
1. Na podlahe môžete so žiakmi vytvoriť mriežku (karteziánsky súradnicový systém). Keď už je podlaha v tvare štvorcov, použijeme ju. V opačnom prípade si na podlahe urobíme čiary pomocou lepiacej pásky a napíšeme na ňu jednotky. Vyberieme niekoľko hráčov, ktorí budú meniť svoju polohu v priestore. Učiteľ ľubovoľne označí pozície, na ktoré sa majú vybraní študenti presunúť. Začneme pravidlom, že sa môžu pohybovať len po priamke.

Napr.: Presun z pozície (1,1) na pozíciu (4, 3) a posun o 5 jednotiek. Presuňte sa z pozície (4, 3) na ľubovoľnú pozíciu, pričom nezabudnite, že vzdialenosť medzi novými pozíciami musí byť presne 3 jednotky. V pokračovaní hry môžete uviesť príklady nelineárneho pohybu (napr. pohyb po kružnici).

2. Študenti pracujú vo dvojiciach: Každý z dvojice má nakresliť zaujímavý obrazec v súradnicovom systéme, ktorý je vytvorený jedným ťahom a pozostáva len z priamok. Potom si zapíše inštrukciu, pričom použije pojmy poloha, vzdialenosť, pohyb, dráha. Potom jeden z dvojice odovzdá pokyn spolužiakovi, aby nakreslil obrazec podľa jeho pokynov. Výsledok si porovnajú s pôvodným obrazcom.

Rýchlosť, priemerná rýchlosť

Prezentované animácie ešte neobsahovali pojem čas. Nie je z nich možné zistiť, ako dlho mu trvala cesta. Vieme, že rovnakú vzdialenosť môžeme prejsť za rôzny čas. Študenti už takúto majú skúsenosť, preto môžu rýchlo pochopiť, že ten, kto prejde rovnakú vzdialenosť za rovnaký čas, je rýchlejší a naopak. Pomocou animácie môžeme zaviesť pojem rýchlosť, ako zmenu vzdialenosti v časovom intervale.



Keďže je v kontexte animácie ťažké určiť časový interval, za ktorý Arphy prejde 100 m, učiteľ by mal túto informáciu dať študentom. Z materiálov pre študentov vyplýva, že pri výpočtoch na tabuli sa používa časový interval 100 s. V tomto časovom intervale teda Arphy prejde 100 m. Z výpočtov rýchlosti v každom z intervalov vyplýva, že rýchlosť bola rovnaká, takže Arphy sa pohyboval rovnomerným pohybom.

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{100\text{m} - 0\text{m}}{t_{100\text{m}} - t_{0\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s} - 0\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{200\text{m} - 100\text{m}}{t_{200\text{m}} - t_{100\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{200\text{s} - 100\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{300\text{m} - 200\text{m}}{t_{300\text{m}} - t_{200\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{300\text{s} - 200\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{400\text{m} - 300\text{m}}{t_{400\text{m}} - t_{300\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{400\text{s} - 300\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{500\text{m} - 400\text{m}}{t_{500\text{m}} - t_{400\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{500\text{s} - 400\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{600\text{m} - 500\text{m}}{t_{600\text{m}} - t_{500\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{600\text{s} - 500\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Animáciu možno použiť aj na definovanie priemernej rýchlosti. Študenti by mali zistiť a odhadnúť, ako dlho trvalo Arphymu prejsť z domu do školy. Mali by tiež určiť prejdenú vzdialenosť a zvolené údaje by mali zapísať do rovnice pre priemernú rýchlosť, vypočítať hodnotu a zapísať jednotku.

Prostredníctvom rozhovoru sú študenti podnecovaní k premýšľaniu o zrýchlení. Pýtame sa ich, ako by sa Arphy pohyboval, keby v každom ďalšom časovom intervale prešiel dlhšiu vzdialenosť. Študenti dospejú k záveru, že jeho rýchlosť by sa mala zvyšovať. Týmto spôsobom predstavíme zrýchlený pohyb. Ak sa rýchlosť zvyšuje rovnomerne, t. j. rozdiel rýchlostí v časovom intervale je konštantný (= zrýchlenie je konštantné), ide potom o rovnomerne zrýchlený pohyb. Na zavedenie rovnomerne zrýchleného pohybu možno použiť aj nasledujúcu animáciu.



Grafické znázornenie pohybu

Na príkladoch uvedených v tejto kapitole si študenti upevnia svoje vedomosti súvisiace s chápaním grafov a výpočtom veličín, ktoré môžu určiť potom, keď pochopia význam plochy pod grafom. Na začiatku tejto kapitoly sú uvedené mylné chápania študentov, ktoré sú pomerne časté pri grafickom znázorňovaní pohybu, a preto je vhodné ich pri práci s grafmi zohľadniť. Príkladmi, ktoré sú zhromaždené v knihe pre študentov, môžu učitelia doplniť základné príklady a použiť tiež materiály z klasických učebníc pre základné školy. Odporúčame, aby si učitelia vybrali na zväžili také príklady, ktoré zodpovedajú individuálnemu profilu študentov.

Odkazy

Bajc, J. (2009). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Enderstein, L. G. in P. E. Spargo. (1996). Beliefs regarding Force and Motion: A Longitudinal and Cross-Cultural Study of South African School Pupils. *International Journal of Science Education*, 18(4), 479–492. <https://doi.org/10.1080/0950069960180406>

Goldberg, F.M. in Anderson, J.H. (1989). Student difficulties with graphical representations of negative values of velocity. *The Physics Teacher*, 27, 254–260. <https://doi.org/10.1119/1.2342748>

Halloun, I.A. in Hestenes, D. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056–1065.

Hestenes, D., Wells, M. in Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* 30 (3), 141–158. <http://modeling.asu.edu/R&E/FCI.PDF>

Ioannides, C. in Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly* 2 (1), 5–62.

McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. V D. Gantier in A. L. Stevens (ur.), *Mental Models* (str.299–324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McDermott, L.C., Rosenquist, M.L. in van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55, 503–513. <https://doi.org/10.1119/1.15104>

Pérez-Lemonche, À., Stewart, J., Drury, B., Henderson, R., Shvonski, A. in Pritchard, D. E. (2019). Mining Students Pre-Instruction Beliefs for Improved Learning. *Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale*, Chicago, IL, USA.

Suppapittayaporn, D., Emarat, N. in Arayathanitkul, K. (2010). The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 63–79.

Trowbridge, D.E. in McDermott, L.C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48, 1020–1028.

Trowbridge, D.E. in McDermott, L.C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. American Journal of Physics, 49, 242–253.

Yakhoub, N., Hérold, J.F. in Chatoney, M. (2020). French teacher perceptions of student learning about force: a preliminary study. Research in Science & Technological Education, 1-24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1779050>



ARPHYMEDES

KAPITOLA 3

MECHANIKA: DYNAMIKA



Mechanika: Dynamika

Čo je mechanika: Dynamika?

Mechanika je odbor fyziky, ktorý opisuje objekty v pohybe, alebo v pokoji. Dynamika je tá časť mechaniky, ktoré opisuje pohyb telies pod vplyvom síl a momentov. Pomocou animácií v tejto kapitole študenti identifikujú telesá v pokoji a v pohybe a prehľad si vedomosti o Newtonových zákonoch.

Operačné ciele vzdelávania

Študenti dokážu:

- definovať pojmy „pozorované teleso a okolie“,
- uvedomiť si, že sily sú príčinou zmeny pohybu alebo tvaru telesa,
- pomenovať sily podľa telies, ktoré ich spôsobujú,
- rozlišovať medzi silami, ktoré pôsobia pri dotyku, a medzi silami, ktoré pôsobia na diaľku,
- zaviesť jednotku sily Newton (N),
- zistiť, že sily rovnakej veľkosti, ktoré pôsobia na vybrané teleso vyvolávajú rovnaké účinky,
- určiť, či sú sily pôsobiace na teleso v rovnováhe,
- pochopiť, že ak sú sily pôsobiace na teleso v rovnováhe, teleso je v pokoji alebo v rovnomernom pohybe,
- pochopiť, že proti pohybu pôsobia sily trenia a odporu vzduchu,
- opísať silu trenia,
- zistiť, že telesá na seba vzájomne pôsobia,
- analyzovať situácie a rozlíšiť Zákon interakcie (3. Newtonov zákon) od Zákona rovnováhy (1. Newtonov zákon),
- oboznámiť sa so zrážkami telies, vplyve hmotnosti a rýchlosti telies na účinky zrážky.

Časté mylné predstavy študentov

Vo vedeckých článkoch môžeme nájsť mnoho štúdií, ktoré odhaľujú a identifikujú mylné predstavy študentov. Nižšie uvádzame prehľad mylných predstáv študentov, ktoré môžu súvisieť s touto kapitolou. Zoznam odkazov presne odráža nižšie uvedené nesprávne chápanie a mylné predstavy. Podrobnejšie informácie a metódy ich odhaľovania nájdete v jednotlivých článkoch uvedených v odkazoch.

Študenti často:

- predpokladajú, že keď na objekt pôsobia také sily, ktoré sa navzájom zrušia, objekt je vždy v pokoji,
- veria, že konštantná sila dáva konštantnú rýchlosť,
- veria, že na pád predmetov nie je potrebná sila, pretože predmety "vždy chcú ísť dole",
- veria, že gravitácia je druh impulzu, ktorý získavajú padajúce predmety,
- veria, že pohyb je nemožný bez hmotného prostredia,
- nie správne chápu pojem sily,
- nie správne chápu tretí Newtonov zákon,
- domnievajú sa, že sila je skôr prirodzenou vlastnosťou objektu než interakciou medzi objektmi,
- veria, že keď je objekt v pokoji, nepôsobia naň žiadne sily.

Obálka kapitoly



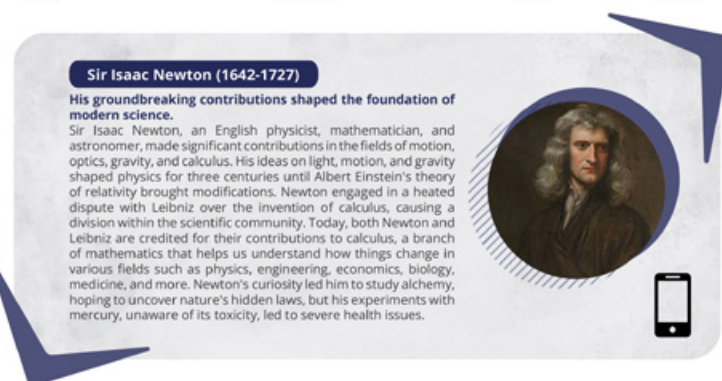
Študenti by si mali prepojiť obrázok z obálky kapitoly s Newtonom. Anekdota o padajúcom jablku, vďaka ktorej si Isaac Newton uvedomil existenciu gravitácie, je jednou z najznámejších vedeckých anekdot. Hovorí sa, že Newton mal vo svojom dome hosťa - vedca. Po obede si vedec išiel vypiť čaj pod jablňo do záhrady. Z hlbokých myšlienok ho vraj prebudil pád jablka. Premýšľal o tom, prečo jablko padalo vždy zvisle

nadol. Táto anekdota je čiastočne obsiahnutá aj v prvej z animácií, ktorú si môžete pozrieť po naskenovaní obrázka s portrétom Isaaca Newtona.

Slávni vedci

V tejto kapitole sa spomínajú traja vedci vrátane **Isaaca Newtona (1643 - 1727)**, jedného z najslávnejších fyzikov všetkých čias. Keď sa redakcia časopisu Physics World spýtala všetkých fyzikov na svete, ktorí piati fyzici najviac prispeli k fyzike, výsledok ukázal, že Isaac Newton sa z hľadiska počtu citácií umiestnil na druhom mieste hneď po Albertovi Einsteinovi (Strnad, 2000).

Newtonov pohľad na svet, jeho myšlienky a spisy s prírodných javoch boli výnimočné. Pracoval vo všetkých odvetviach fyziky svojej doby, ale jeho najväčší prínos pre vedu bol v oblasti mechaniky. Ako prvý v dejinách vývoja fyziky vytvoril prvú vnútorne konzistentnú fyzikálnu teóriu, ktorá je do istej miery platná dodnes (Strnad, 2003). Jeho zákony pozná celá spoločnosť už od základnej školy. Po naskenovaní nasledujúceho snímaka si môžete pozrieť zaujímavú animáciu, ktorá ukazuje, ako Newton uznal, že medzi dvoma telesami musí pôsobiť sila (gravitačná sila). Uvedomil si tiež, že tá istá sila pôsobí, keď hovoríme o obiehaní Slnka, aj keď opisujeme pád jablka na zem.



Okrem slávneho Newtona sú v materiáloch pre študentov predstavení aj **Christiaan Huygens (1629 - 1695)** a **Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646 - 1716)**. Huygens sa zaujímal o astronómiu, a tak si na základe vlastného nápadu zostrojil ďalekohľad a mikrometer na meranie veľmi malých uhlov medzi hviezdami. Osobitnú pozornosť venoval meraniu času, pretože si uvedomil mimoriadnu dôležitosť času vo fyzike. Vynašiel kyvadlové hodiny a požiadal o ich patentovanie. Zaoberal sa tiež osciláciami a kyvadlami. Na základe vlastných meraní spísal svoje teórie, dôležitú prácu vykonal v oblasti zrážok telies, a ako prvý vysvetlil pružné a nepružné zrážky.

Leibnitz sa hádal s Newtonom o to, kto prvý objavil infinitezimálny počet a kto bol plagiátor. Kráľovská spoločnosť vytvorila komisiu, ktorá o tejto otázke rozhodla a dala prednosť Newtonovi. Spor medzi zástancami jednej a druhej strany dlho neutíchal, dnes im obom pripisujeme, že prácu vykonal nezávisle od seba (Strnad, 2003).

Otázky na diskusiu a prácu so študentami:

- Prečítajte si texty v materiáloch pre študentov o živote a práci Huygensa a Leibnitza.
- Ktorú najznámejšiu knihu napísal Isaac Newton?
- Čo je plagiátorstvo?
- Ako sa vo vedeckých kruhoch citujú zdroje a myšlienky iných autorov?
- Pripravte si krátku informáciu o prácach Newtona, Huygensa a Leibnitza a uveďte príslušné zdroje (literatúru).
- Vezmite kus mäkkého cesta a hodte ho tak, aby dopadlo do stredu krídla dverí, keď sú dvere otvorené. Čo sa stane s dverami a s hrudou cesta? Ako pomenujeme takúto zrážku? Čo môžete povedať o rýchlosti dverí a hrudy cesta pred a po náraze?
- Vezmite tenisovú loptičku a hodte ju tak, aby dopadla do stredu krídla dverí, keď sú dvere otvorené. Čo sa stane s dverami a tenisovou loptičkou? Čím sa táto zrážka líši od predchádzajúcej? Čo môžete povedať o rýchlosti dverí a loptičky pred zrážkou a po nej?
- Vo dvojiciach skúmajte zrážky medzi rôznymi loptičkami (bazénovými, penovými, gumovými atď.). Postupne meňte počiatočné rýchlosti, smer zrážok, a pozorujte, do ktorých smerov sa loptičky odrážajú a kde sa zastavujú.

Animácie

Prvé dve animácie sú určené k tomu, aby sa študenti zamysleli nad tým, ako človek cíti sily. Oba experimenty si môžu veľmi ľahko zopakovať a zamyslieť sa nad pocitmi a silami, ktoré na nich pôsobia.

Návrhy na aktivity počas sledovania animácie a po ňom:

- Do mierky presne zakreslite sily, pôsobiace na Arphyho. Predpokladajte, že Arphy má rovnakú hmotnosť ako vy.
- Aký je súčet síl pôsobiacich na Arphyho?
- Ktorý Newtonov zákon opisuje tieto dva prípady?

V oboch prípadoch by mal učiteľ skontrolovať, ako študenti zakreslili sily. V prvom aj v druhom prípade sú dve sily, ktoré vyvažujú hmotnosť (normálna na každej nohe a sily v rukách).



Tretia a štvrtá animácia sú zamerané na premýšľanie o silách, pôsobiacich na Arphyho od inej osoby. Niektorý pôsobil na Arphyho tak, že ho odstrčil nabok. V ďalšom prípade niektorý ťahal Arphyho za ruku.

Návrhy na prácu počas sledovania animácie a po ňom:

- Pozrite si animáciu a zakreslite sily, pôsobiace na Arphyho na obrázku.
- Porovnajte normálové sily v predchádzajúcich dvoch a aj v týchto dvoch prípadoch. Čo ste si všimli? Prečo je to tak?

Študenti si môžu všimnúť, že Arphy v týchto dvoch prípadoch stojí len na jednej nohe. Normálna sila na nohu je teda 2-krát väčšia ako v predchádzajúcich prípadoch, keď stál Arphy na oboch nohách.

- Aká je výslednica všetkých síl v každom prípade?
- Prečo sa Arphy pohybuje a prečo padá?
- Ktorý Newtonov zákon opisuje tieto dva prípady?



Študenti si môžu pozrieť piatu animáciu a upevniť si vedomosti z prvého príkladu. Keď sa zmení povrch, po ktorom sa guľôčka kotúľa, je potrebné zaviesť pojem trenie a vplyv trenia na pohyb guľôčky. Zhrnieme teda, že loptička sa môže kotúľať vďaka sile trenia medzi ňou a zemou (inak by sa kĺzala). Zároveň sa v dôsledku trenia aj zastaví. V tomto prípade sa nevyhneme ani odporu vzduchu, ktorý spomaľuje loptičku vo vzduchu, a aj na zemi, lenže jeho vplyv je oveľa menší ako vplyv trenia.



Pomocou nasledujúcej animácie sa študenti oboznámia s vlastnosťami zrážok. Na tomto mieste učiteľ so žiakmi prediskutuje vlastnosti pružných a nepružných zrážok, a tiež aj polopružných zrážok tak, ako sú znázornené v animácii. Ide o zrážku dvoch vozidiel rôznych veľkostí.

Návrhy na prácu počas sledovania animácie a po ňom:

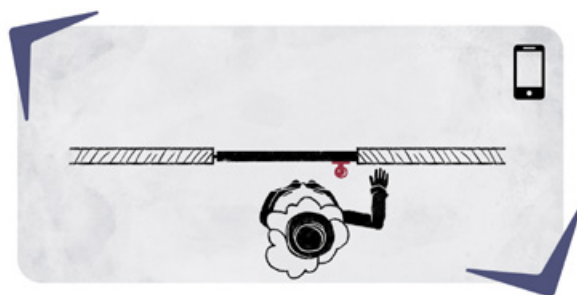
- Podobnú situáciu môžu študenti demonštrovať na experimente v triede. Už v časti o slávnych vedcoch bola vyslovená myšlienka, aby študenti sledovali zrážky medzi rôznymi guľami. Pri tejto animácii je vhodné pozorovať zrážku dvoch, rôzne veľkých guľ z rovnakého materiálu a porovnať ju so zrážkou v animácii. Pri experimente môžu animáciu priblížiť pomocou dvoch hračiek - malých autíčok. Nechajte študentov aby porovnali výsledky experimentu s animáciou.

Študenti môžu zistiť, že v animácii a v experimente s hračkami nie je zrážka úplne pružná.

- Pomocou hračiek alebo loptičiek nechajte študentov ďalej skúmať vplyv rýchlosti na účinky zrážok, vplyv hmotnosti vozidiel pri rovnakých rýchlostiach na účinky zrážok. Dokážu pozorovať, ako ďaleko sú vozidlá od miesta nárazu po zrážke.



Posledná animácia v tejto kapitole "otvára dvere" k silám a momentom (krútiacim momentom). Na jednoduchom praktickom príklade študentividia, že je ťažké tlačiť alebo ťahať dvere, keď je "momentová čiara" krátka, a naopak, rýchlo si uvedomia, že kľučka je umiestnená na okraji dverí z nejakého dôvodu, lebo "momentová čiara" je dlhšia, a tým ľahšie sa dvere otvárajú alebo zatvárajú.



Rovnováha síl a krútiacich momentov sa zvyčajne rozoberá na príklade hojdačky alebo páky, ktorá je uvedená na titulnej strane kapitoly Práca, výkon a energia.

Odkazy

Bajc, J. (2009). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/premeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Brown, D. E. (1989). Students' Concept of Force: The Importance of Understanding Newton's Third Law. *Physics Education* 24(6), 353–358.

Elwan, A. (2007). "Misconception in Physics". *Journal of Arabization, the Arab Centre for Arabization, Translation, Authorship and Publication, Damascus*, 33, 77-103

Enderstein, L. G. in P. E. Spargo. (1996). Beliefs regarding Force and Motion: A Longitudinal and Cross-Cultural Study of South African School Pupils. *International Journal of Science Education*, 18(4), 479–492. <https://doi.org/10.1080/0950069960180406>

Halloun, I.A. in Hestenes, D. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056–1065.

Hestenes, D., Wells, M. in Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* 30 (3), 141–158. <http://modeling.asu.edu/R&E/FCI.PDF>

Ioannides, C. in Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly* 2 (1), 5–62.

Laue, M. von. (1983). Kratka zgodovina fizike. Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.

McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. V D. Gantier in A. L. Stevens (ur.), *Mental Models* (str.299–324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Strnad, J. Razvoj fizike (The Development of Physics), DZS, 2003

Strnad, J. Zgodbje iz fizike (Stories from physics), Slovenska matica, 1990.

Strnad, J. Fiziki (Physicists), Mordijan, 2000.

Suppapittayaporn, D., Emarat, N. in Arayathanitkul, K. (2010). The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 63–79.

Yakhoub, N., Hérold, J.F. in Chatoney, M. (2020). French teacher perceptions of student learning about force: a preliminary study. Research in Science & Technological Education, 1-24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1779050>



ARPHYMEDES

KAPITOLA 4

MECHANIKA TEKUTÍN



MECHANIKA TEKUTÍN (KVAPALINY A PLYNY)

Čo je mechanika tekutín?

Tekutiny sa delia na kvapaliny a plyny, ktoré majú rôzne stavy skupenstva a rôzne formy. Tečú pod vplyvom tlakových rozdielov. Plyny sa skladujú v uzavretých nádobách, pretože zaberať všetok dostupný priestor. Plyny sú stlačiteľnejšie než kvapaliny. Mechanika tekutín je špeciálny vedný odbor, ktorý opisuje vlastnosti tekutín, keď sú v pokoji, a reakcie tekutín, keď na nich pôsobia rôzne sily. Vlastnosti tekutín v pokoji popisuje pododvetvie vedy nazývané statika tekutín, kým vlastnosti tekutín v pohybe opisuje pododvetvie vedy nazývané dynamika tekutín.

Operačné ciele (vzdelávacie výstupy)

V časti Mechanika tekutín sa študenti oboznámia s mechanikou tekutín, hydrostatikou a hydrostatickým tlakom. Naučia sa viac o Archimedovom zákone a prediskutujú, prečo niektoré predmety plávajú a iné sa potápajú. Študenti sa oboznámia s fyzikálnymi témami, ktoré zahŕňajú pochopenie pojmov, zákonov a princípov fyziky. Dozvedia sa, že vedecké chápanie javov v prírode sa vyvíjalo postupne v priebehu historického vývoja vedy. V tejto kapitole sa oboznámia s dôležitými prácami kľúčových vedcov, ako boli Pascal, Pytagoras, Archimedes, Toricelli. Študenti budú schopní aplikovať získané vedomosti pri riešení úloh, v ktorých sa od nich očakáva interpretácia dát, opis každodenných javov a aplikácia rovníc na výpočty konkrétnych hodnôt.

Študenti budú schopní:

- pochopiť, že kvapaliny tečú;
- porozumieť pojmu stlačiteľnosti a aplikovať ho na pokusy a príklady z každodenného života;
- porozumieť pojmu viskozita a závislosť viskozity od teploty, cez experimentovanie s rôznymi kvapalinami;
- uznať významný prínos Blaise Pascala k rozvoju vedy;
- pochopiť Pascalov zákon;
- použiť rovnicu $Tlak = Sila/Povrch$ a opísať situácie, v ktorých je tlak nepriamo úmerný povrchu;
- uvádzať štandardnú jednotku tlaku Pascal (N/m^2);
- pochopiť činnosť hydraulického zdviháka a ilustrovať ju experimentom s použitím dvoch rôzne veľkých injekčných striekačiek;
- používať základnú rovnicu pre tlak, na príklade hydraulického zdviháka, $tlak = sila/plocha$ a práca $A = F s$;
- poznať rovnicu hydrostatického tlaku a vedieť, čo ovplyvňuje hydrostatický tlak;
- spájať rovnicu hydrostatického tlaku so slávnym Pascalovým experimentom so sudom a dlhou trubicou;
- vysvetliť čo je hydrostatický paradox;

- pochopiť, ako funguje sifón, a identifikovať ho na príklade Pytagorovho pohára;
- porovnať atmosférický a hydrostatický tlak v súvislostiach;
- pochopiť, že s rastúcou výškou nad zemským povrchom tlak vzduchu klesá;
- pochopiť termín rozdiel tlaku;
- robiť experimenty na rozdiel tlaku a prepájať ich s každodenným životom;
- vysvetliť Archimedov zákon
- použiť Archimedov zákon na vysvetlenie špecifických príkladov a situácií
- vysvetliť pojem vztlak;
- vysvetliť ako rôzne faktory ovplyvňujú vztlak.



Obálka kapitoly

Hlavná postava kapitoly Arphy, sedí vo vani a na hlave má korunu (obrázok 1).

Obrázok 1: Obrázok obálky kapitoly o tekutinách.

Postava odkazuje na slávnu anekdotu o Archimedovi, ktorý sa vraj pri kúpaní vo vani inšpiroval, ako vyrieši záhadu o korune. Kráľ bol zvedavý, či je jeho koruna vyrobená z čistého zlata, alebo ho zlatník oklamal a pridal do koruny iný kov.

Študentov treba vyzvať, aby sa počas diskusie zamysleli nad úspechmi Archimeda. Nižšie uvádzame návrhy otázok, ktoré možno použiť na vedenie diskusie.

Čo vám obrázok pripomína?

Čo by ste dali do obláčika namiesto otáznika?

Kto povedal slávny výkrik "Heureka"?

Na čo prišiel podľa anekdoty Archimedes pri kúpaní vo vani?

Počuli ste už o vztlaku a ako by ste ho opísali?

Prečo sa voda preleje cez okraj vane, keď si Arphy ľahne do vane plnej vody?
Ako by mal byť Arphy ponorený vo vani, aby sa z nej dostalo čo najviac vody?
Čo si predstavujete pod pojmom mechanika kvapalín?
Čo je mechanika?
Ktoré delenie hmoty poznáte?
Čo sú to kvapaliny? Uvedte niekoľko príkladov kvapalín.

Slávni vedci

V úvode sú predstavené tri osobnosti z histórie, ktoré významne prispeli k pochopeniu mechaniky tekutín a ich dynamiky, Blaise Pascal, Archimedes a Daniel Bernoulli.

Bolo by poradie uvedených osôb rovnaké, keby boli uvedení chronologicky? V akom poradí by boli usporiadaní?

Ktorý z nich žil najdlhšie?

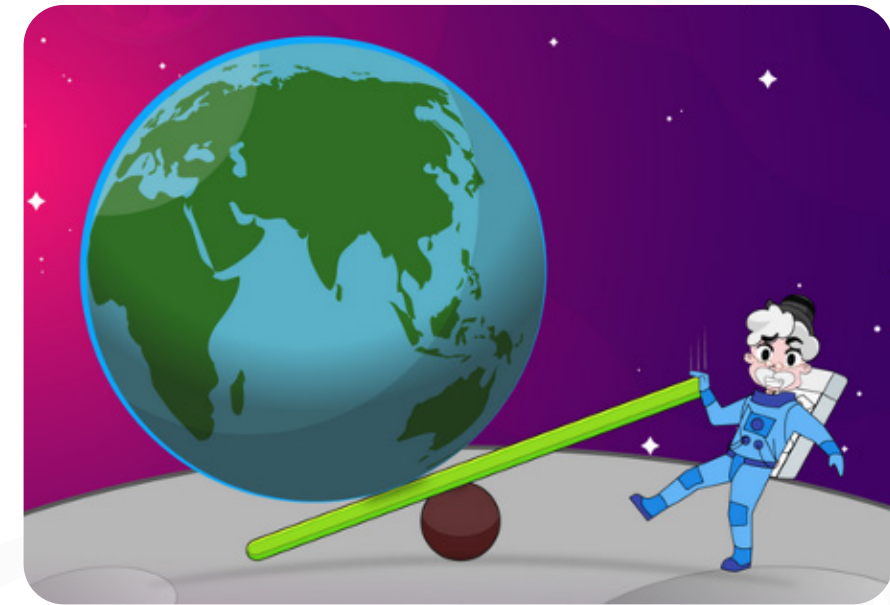
Vyhľadajte na internete slávnych ľudí, ktorí žili v rovnakom období ako Pascal, Archimedes a Bernoulli.

Prečítajte si krátke životopisy a pripravte rolovú hru, ktorá zobrazí život a prácu vedca. Nájdite na internete ďalšie zaujímavé informácie o danom období, oblečení, pomôckach a iné.

Čo ešte Archimedes skúmal?

Archimedes (287-212 pred n. l.) zo Syrakúz na Sicílii zhrnul, upravil a rozšíril poznatky o statike vo svojej dobe. Bol to veľmi významný matematik a fyzik staroveku. Pôsobil v Alexandrii. Budeme sa mu venovať aj v kapitole „Práca, výkon a energia“, keď sa budeme zaoberať prácou s nástrojmi.

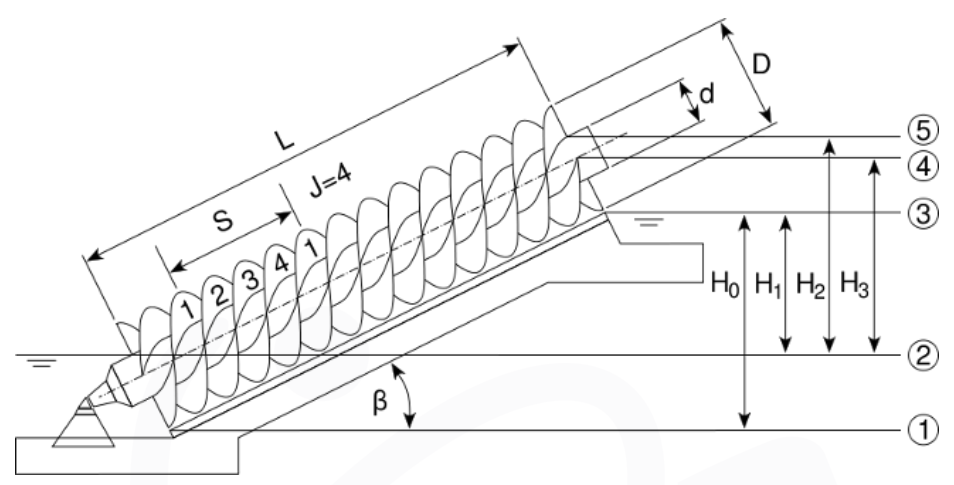
Archimedova veta o páke spočívala v tom, že symetrická a symetricky zaťažená páka je v rovnováhe, a že sila rovnajúca sa celkovej hmotnosti všetkých zaťažení pôsobí vertikálne nahor v smere osi. Potom asymetricky spojil zaťaženia na jednej a druhej strane, a na základe toho zmenil polohu bodu ich upevnenia, a použil pojem ťažisko. Tento výskum podnietil Archimeda k výroku: "Dajte mi pevný bod a ja zdvihnem Zem." (Strnad, 2003). Kapitola Práca, výkon a energia má nadpis kapitoly, ktorý práve túto myšlienku naznačuje (obrázok 2).



Obrázok 2: "Dajte mi pevný bod a ja zdvihnem Zem." Obálka kapitoly Práca, sila a energia.

Na samotnej obálke kapitoly sa nachádza koruna, ktorá otvára príbeh o kráľovi Hieronymovi, ktorý si vraj dal vyrobiť zlatú korunu. Mal však podozrenie, že ho zlatník oklamal. Archimedes si uvedomil, že jeho podozrenie bolo oprávnené. Rozpráva sa, že odvážil korunu a pripravil kus zlata rovnakej hmotnosti a ďalší kus striebra rovnakej hmotnosti. Potom zmeral objem koruny tak, že ju ponoril do vedra s vodou a určil objem vody, ktorá z vedra vytekla. Objem vody, ktorú vytlačila koruna, by sa mal rovnať objemu vody, vytlačeného zlatom, za predpokladu, že je koruna vyrobená z čistého zlata. Ukázalo sa však, že objem koruny bol väčší ako objem zlata, a menší ako objem striebra. Predpokladalo sa, že zlatník pridal k zlatu striebro. Archimedes tak zaviedol špecifický objem a špecifickú hmotnosť a uviedol spôsob ich merania.

Archimedes odvodil zákon vztlaku. Archimedes však nehovoril o zariadeniach, ktoré zostrojil. Na základe egyptského modelu zostrojil vodnú skrutku na zdvíhanie vody (obr. 3). Na základe páky zostrojil zariadenia na vrhanie projektilov (grécky oheň). Veľkú dôveru svojich spoluobčanov si získal, keď použil páky, aby pohol loď, hoci predtým nikto neveril, že je to možné (Strnad, 2003).



Obrázok 3: Archimedova skrutka sa používala na zdvíhanie vody. Keď sa skrutka otáča, voda preteká smerom nahor. (zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedische_Schraube_komplett.svg)

Blaise Pascal (1623-1662) vysvetlil ako prvý, že tlak pôsobiaci na kvapalinu kdekoľvek v uzavretej nádobe sa nezmenšený prenáša na celú kvapalinu, a pôsobí kolmo na všetky steny. Skúmal, ako sa tlak v nehybnej kvapaline zvyšuje s rastúcou hĺbkou, a zistil, že tento vzťah je lineárny. Na základe tejto vety skoncipoval lis na kvapalinu.

Daniel Bernoulli (1700-1782) bol zakladateľom matematickej fyziky. Okrem iného sa venoval správaniu plynov a prúdeniu kvapalín. Objavil Bernoulliho rovnicu, ktorá platí pri stacionárnom prúdení neviskóznej a nestlačiteľnej kvapaliny a spája dva body na prúdovej čiare. Zákon opisuje, že s rastúcou rýchlosťou prúdenia kvapaliny v horizontálnom smere tlak klesá.

Experimenty

Experimenty by mali robiť samotní študenti alebo by mali sledovať, ako ich učiteľ robí pred nimi. Namiesto opisu celého postupu majú použiť spúšťače (trigger) a sprievodné klipy alebo animácie. Po pozretí si študenti zapíšu pomôcky, ktoré budú potrebovať, nakreslia náčrt pokusu, a potom (ak to umožňujú pomôcky) samostatne pokus urobia. V praxi by tento spôsob práce mal ušetriť čas pri zadávaní pokynov k experimentu, príprave pracovných listov atď. Prácu v triede možno organizovať ako skupinovú prácu, pričom sa študenti môžu striedať na stanovištiach. Na každom stanovišti sú k dispozícii informačné materiály a obrázky "spúšťačov AR". Študenti si môžu do učebnice písať opisy, vysvetlenia, náčrty a otázky, prípadne to môžu urobiť do svojich zošitov. V hodnejšie je, aby študenti dodržiavali nasledovný postup:

- Napíšte názov experimentu
- Nakreslite náčrt experimentu
- Zapíšte potrebné pomôcky
- Opíšte pozorovanie
- Zaznamenajte zistenia a výsledky
- Zmysluplne vyhodnotte výsledky.

Niekoľko prvých experimentov ukáže študentom vlastnosti tekutín (tekutiny dokážu prúdiť, plyny zabierajú celý dostupný priestor, kvapaliny vytvárajú povrchy, stlačiteľnosť je odlišná pri plynoch, kvapalinách a tuhých látkach, viskozita tekutín).

Pri nasledujúcich pokusoch si študenti uvedomia, že plyn je možné prelievať z jedného pohára do druhého. Tiež „vidia“, že plyny zabierajú priestor (pohára) a môžu byť horľavé.

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 1) je uvedený zoznam experimentov a animácií uvedených v tejto kapitole. Učiteľovi môže pomôcť pri organizácii práce, pretože okrem "spúšťača" záznamu experimentu sú tu zapísané aj pomôcky na vykonanie experimentu.

Tabuľka 1: Zoznam spúšťačov s obrázkami v sekcii Mechanika tekutín spolu s potrebnými pomôckami na vykonanie experimentu

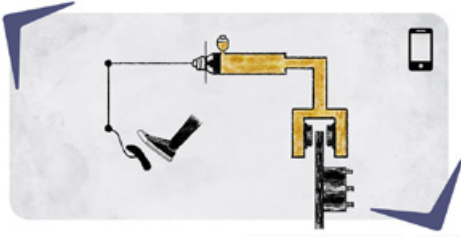
Stručný opis experimentu alebo animácie	Obrázok/"spúšťač"	Pomôcky
Experiment Plyny dokážu prúdiť.		poháre, sprej, zápalky, kartón.
Experiment Stlačiteľnosť vzduchu a vody.		Injekčná striekačka naplnená vzduchom/ vodou.

Experiment
Uhasťe sviečku
oxidom uhličitým
(CO₂)

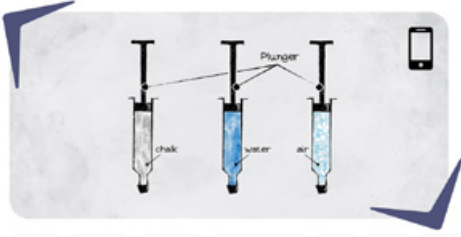


Priehľadné okuliare,
šumivé tablety (ocot,
jedlá sóda), voda,
zápasy, sviečky.

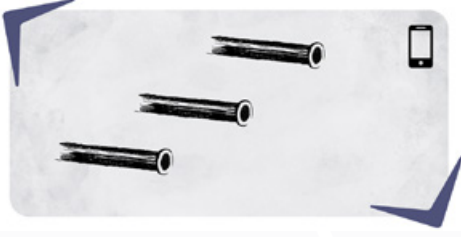
Animácia
Ukážka fungovania
brzd auta.



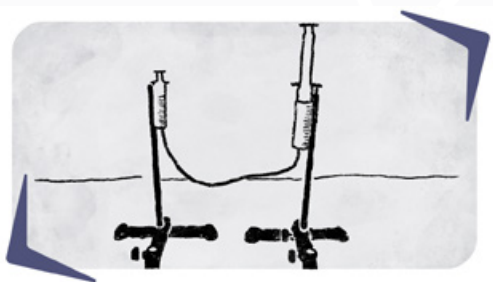
Animácia
Stlačiteľnosť kriedy,
vody a vzduchu.



Animácia
Viskozita vody, oleja a
medu.



Experiment
Porovnanie síl
pôsobiacich na
piest malej a veľkej
striekačky.



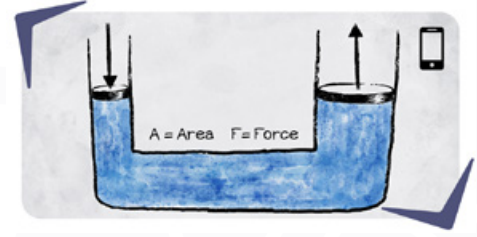
2 injekčné striekačky
čiastočne naplnené
vodou, stojany,
spojovacia trubica.

Experiment
"Pascalov ježko"
Sily pôsobia
kolmo na povrch.
Vytekajúce prúdy
sú kolmé na povrch
plastovej banky
alebo balóna.

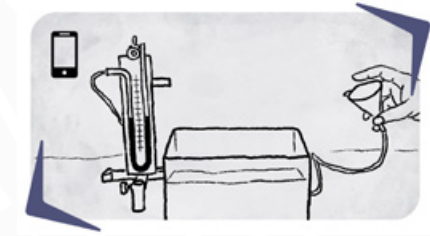


Plastová fľaša alebo
balónik,
veľká striekačka
(môže to byť aj
hračkárska striekacia
pištoľ).

Animácia
Princíp fungovania
hydraulického
zdviháka.



Experiment
Hydrostatický tlak je
vo všetkých smeroch
rovnaký pri rovnakej
hĺbke.

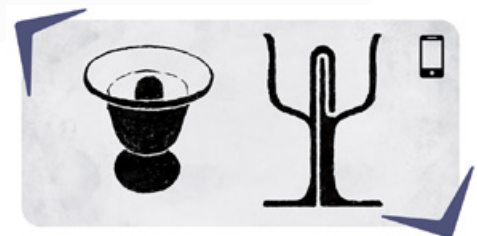


Tlakomer alebo rúrka
v tvare U,
zafarbená voda,
plastová hadička,
lievik, balón.

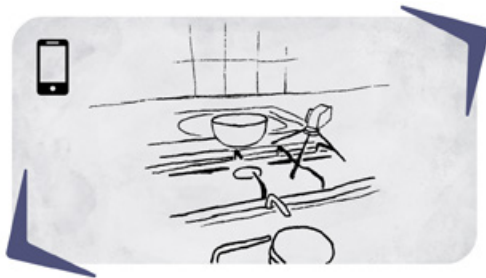
Animácia
Ukážka vlastností
spojených nádob.



Animácia
Ako funguje Pytagorov
pohár (pohár
spravodlivosti)?



Experiment
Rozdiel medzi
vonkajším tlakom
a tlakom vo vnútri
plechovky, ktorý
stlačí plechovku



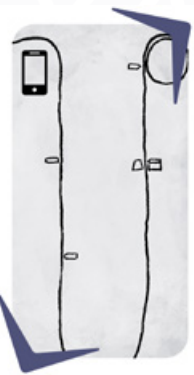
Prázdna plechovka,
studená voda (s ľadom),
kliešte na držanie
horúcej plechovky,
plynový horák,
zapaľovač.

Experiment
Určenie hmotnosti
vzduchu.



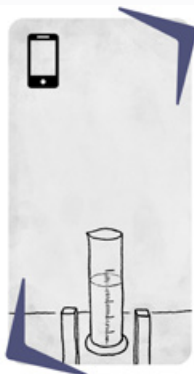
Plastová banka so
spätným ventilom,
vzduchový tlakový
hrniec, váha.

Experiment
Zmeňte výšku
vodného stĺpca
fúkaním alebo
nasávaním.



Dlhá hadica (viac ako
2 metre), Stojan alebo
doska na potrubie v
tvare písmena U.

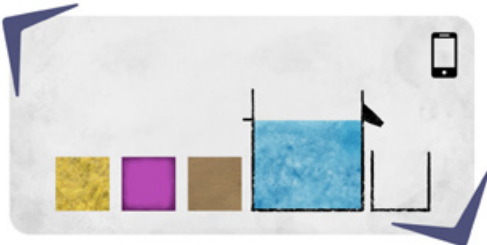
Experiment
Vztlak nezávisí od
hustoty objektu.



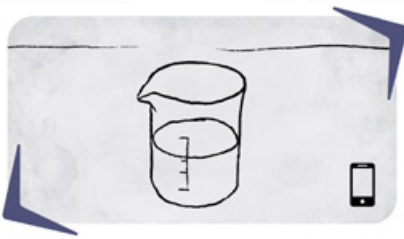
Odmerný valec s
vodou, dva kvádre
rovnakého objemu,
vyrobeného z rôznych
materiálov (s rôznou
hustotou).

Meranie vztlaku
ukazuje rovnaký
výsledok keď je
ponorená rovnaká
časť objektu.

Animácia
Archimedov zákon:
Vztlak sa rovná
hmotnosti vytlačenej
kvapaliny, ktorú váha
teleso ponoreného
čiastočne alebo
úplne vytlačí

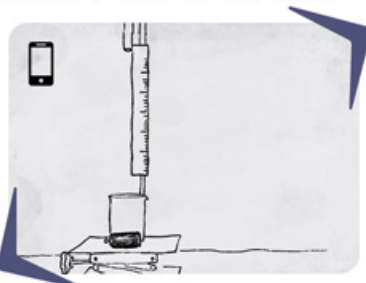


Experiment
Vztlak nezávisí od
objemu kvapaliny,
v ktorej je predmet
ponorený.



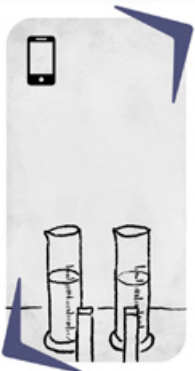
Pohár,
Predmet
Pružinová váha.

Experiment
Ukážka experimentu
s Archimedovým
vedrom.



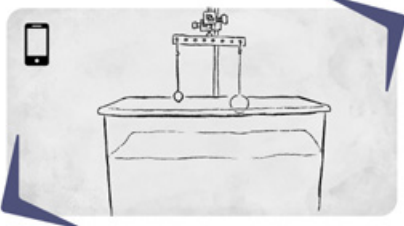
Archimedovo vedro

Experiment
Hustota kvapaliny,
v ktorej je objekt
ponorený, ovplyvňuje
vztlak.



2 odmerné valce,
slaná voda,
voda z vodovodu,
2 rovnaké kocky
(rovnakého objemu)
vyrobené z rôznych
látok (s rôznou
hustotou).

Na vykonanie
experimentu stačí 1
kocka. Vo videu sú
použitú dve kocky
a experiment sa
opakuje.

Experiment Tvar predmetu nemá žiadny vplyv na vztlak.		Z kusa plastelíny vytvorte kocku a potom zmeňte jej tvar do gule, Pružinová váha, Odmerný valec, voda. Použite rovnakú kvapalinu, v ktorej je ponorená rovnaká látka s rovnakým objemom, ale rôznym tvarom (plastelína).
Experiment Objem ponorenej časti predmetu ovplyvňuje vztlak. Hmotnosť predmetu však nemá vplyv na vztlak.		Gule s rovnakou hmotnosťou a rôznym objemom Pričná tyč, stojan, reťaz, väčšia nádoba s vodou.

Učiteľ si sám vyberá a volí poradie experimentov/animácií.

Teoretické rámce, myšlienky a návrhy pre každý experiment/animáciu sú s komentárom uvedené nižšie.

Prvá skupina pokusov poukazuje na vlastnosti kvapalín (kvapaliny tečú, plyny zaberajú všetok priestor, ktorý majú k dispozícii, kvapaliny vytvárajú povrch, stlačiteľnosť kvapalín a plynov je veľmi rozdielna, viskozita kvapalín je rozdielna). Pri realizácii pokusov, uvedených v rámci prvej skupiny pokusov, sa študenti naučia, že plyny dokážu tiecť. Vidia, že dokážu zabráť celý priestor a že niektoré z nich sú horľavé.

1. Súbor experimentov: Plyny dokážu prúdiť a je možné ich stláčať

Plyny sú klasifikované ako kvapaliny. Na demonštráciu prúdenia plynov možno použiť niekoľko experimentov. Najznámejší je určite pokus so zhasením sviečky pomocou CO₂. Do pohára nalejte trochu vody a pridajte šumivú tabletu. Pohár môže byť zakrytý, ale pokus sa podarí, aj keď nebude zakrytý. Keď sa šumivá tableta rozpustí, uvoľní sa CO₂, ktorý má väčšiu hustotu ako priemerná hustota vzduchu, takže CO₂ zostane v pohári. Ak nádobu opatrne nakloníme, plyn sa preleje do inej nádoby. Z druhej nádoby vylejte CO₂ späť na horiacu sviečku, ktorá zhasne. Znovu zapáľte sviečku a obsah tretej nádoby vylejte na sviečku.

* Experimentujte rovnakým spôsobom s použitím octu namiesto vody a jedlej sódy namiesto šumivej tablety. Prípadne s vodou a zmesou jedlej sódy a citróna.

Zistenia:
Diskutujte so študentmi o zisteniach a zhrňte ich. Môžete im ponúknuť niekoľko usmerňujúcich otázok.

Pri rozpúšťaní šumivej tablety vzniká plyný oxid uhličitý (CO₂). Ako viete, že ste preniesli CO₂ z prvého pohára do druhého? Čo sa stalo, keď ste z druhej nádoby vypustili oxid uhličitý na horiacu sviečku? Prečo sviečka zhasla? Čo môžete povedať o hustote oxidu uhličitého v porovnaní s hustotou vzduchu? Ako by ste mohli preukázať, že ste do druhej nádoby vpustili CO₂? Čo sa stalo, keď ste vyliali obsah tretieho pohára na sviečku?

V učebnici je uvedený pokus na túto tému, pri ktorom sa do prvej nádoby nastrieka horľavý plyn z tlakovej nádoby (sprej). Po preliatí plynu z prvej nádoby do ďalších dvoch nádob sa dá pomocou horiacej zápalky skontrolovať, či je plyn po preliatí do prvej nádoby prítomný aj v ďalších dvoch nádobách.



Odporúčania pre učiteľa:
Experiment sa môže uskutočniť v triede, ale je potrebné dodržiavať bezpečnostné opatrenia, pretože ide o horľavý plyn. Je dôležité nevdychnúť plyn a nepreplniť prvú nádobu. Pri práci používajte ochranné okuliare a rukavice.
Počas experimentu je potrebná dôsledná kontrola, keď sa bude vykonávať v triede. Prediskutujte so študentmi výsledok experimentu a jeho zistenia. Je dôležité vyzvať študentov, aby reagovali na nasledovné:

- indikátory prítomnosti plynu v nádobe
- dôsledky prítomnosti tohto plynu v malom uzavretom priestore
- nebezpečenstvá.

When experimenting, they should justify the claim that the gases are flowing. Pri pokusoch by mali dokázať zdôvodniť tvrdenie, že plyny prúdia.

Mali by sa zamyslieť nad dôsledkami nebezpečných horľavých plynov v každodennom živote.

Potrebné je poukázať na možnosť úniku horľavého plynu v domácnosti a vyzvať študentov, aby si na internete vyhľadali tipy, ako bezpečne používať zemný plyn (<https://www.petrol.si/znanje-in-podpora/2019/clanki/nasveti-za-varno-uporabo-zemeljskega-plina.html>)



Zdroj: <https://www.hippopx.com/en/gas-flames-stove-burner-fire-blue-light-69135>



Stlačiteľnosť je vlastnosť, ktorú si študenti vyskúšajú, keď použijú injekčnú striekačku. Cieľom pokusu je, aby si študenti všimli rozdiel medzi stlačiteľnosťou vody a vzduchu v striekačke. Otázka v učebnici naznačuje možnosť, že aj pri vode je možné si všimnúť možnosť čiastočného stlačenia piesta striekačky. Úlohou učiteľa je vysvetliť študentom dôvody. Voda sa považuje za nestlačiteľnú kvapalinu, čo však nemusí byť z experimentu jasné, preto je potrebné pozorne sledovať obsah v injekčnej striekačke. Ak tam bola bublina vzduchu, študenti dokázali stlačiť vzduch (bublinu), ale nie vodu.

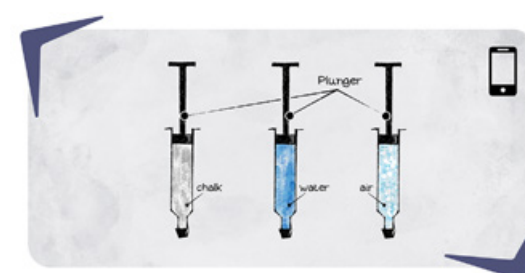
Úloha pre študentov: Ako naplníte injekčnú striekačku vodou aby v nej nebol vzduch?

Obrázok so spúšťačom ukazuje, že po naplnení striekačky by mala byť poloha striekačky vertikálna. V tejto polohe sa bublina vznáša na hornom, výstupovom konci striekačky. Miernym stlačením piestu sa bublina zo striekačky vytlačí, čím sa zabezpečí, že je skutočne naplnená len vodou.

Zaujímavosť: podobné správanie môžu študenti pozorovať aj u lekára. Pred podaním injekcie (očkovaním) lekár vytlačí vzduch z injekčnej striekačky vo vertikálnej polohe, kým nie je možné vidieť prúd tekutiny. Je to dôkazom toho, že v injekčnej striekačke už nie je žiadny vzduch.

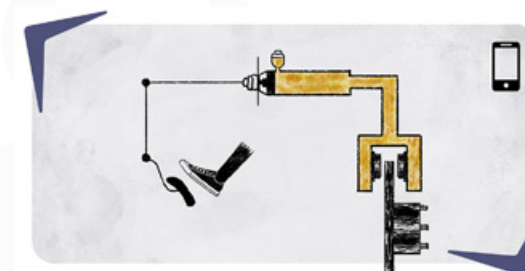
V nasledujúcej animácii študenti porovnávajú stlačiteľnosť pevnej látky, kvapaliny a plynu.

Experiment zahŕňa injekčné striekačky naplnené pevnými látkami, kvapalinami a plynmi. V animácii študenti pozorujú, že pevné látky sú nestlačiteľné, kvapaliny sú nestlačiteľné a plyny sú stlačiteľné. Pri experimente s vodou sa piest striekačky nedá stlačiť. Ak sa dá injekčná striekačka naplnená vodou



stlačiteľnosť plynov je veľmi užitočná, pri ich skladovaní a preprave sa plyny stláčajú do fliaš. Príklad bol realizovaný v prvom experimente (spreje, fľaše so zemným plynom).

V nasledujúcej animácii môžu študenti nahliadnuť do fungovania brzdového systému, v ktorom sa nachádzajú dve kvapaliny, a to plyn a kvapalina, ktoré majú rôznu stlačiteľnosť. Študenti by si mali pozrieť animáciu a prečítať vysvetlenie.



mierne stlačiť, je to spôsobené malým množstvom vzduchu, ktorý sa do striekačky dostane, keď je naplnená vodou.

Diskutujte so žiakmi o príkladoch z každodenného života. Pri preprave pevných látok, kvapalín a plynov si môžeme rýchlo všimnúť, že

stlačiteľnosť plynov je veľmi užitočná, pri ich skladovaní a preprave sa plyny stláčajú do fliaš. Príklad bol realizovaný v prvom experimente (spreje, fľaše so zemným plynom).

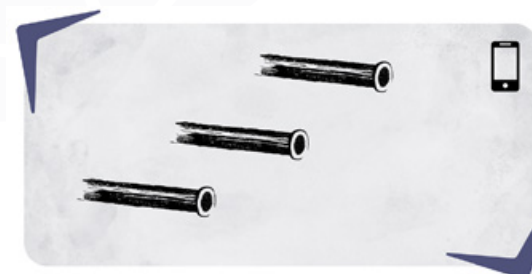
V nasledujúcej animácii môžu študenti nahliadnuť do fungovania brzdového systému, v ktorom sa nachádzajú dve kvapaliny, a to plyn a kvapalina, ktoré majú rôznu stlačiteľnosť. Študenti by si mali pozrieť animáciu a prečítať vysvetlenie.

Ak neporozumejú, mali by sa obrátiť na učiteľa, ktorý ich usmerní, aby sa znovu zamysleli nad stlačiteľnosťou vody a vzduchu v injekčnej striekačke.

Viskozita je vlastnosť, ktorú môžu študenti určovať spolu so stlačiteľnosťou. Zo skúsenosti vedia, že niektoré kvapaliny "tečú" ľahšie ako iné. Stojí za zmienku, že študenti často spájajú viskozitu s hustotou. Úlohou učiteľa je tieto dva pojmy jasne objasniť a rozlíšiť. Študenti by si mali pozrieť animáciu vytekajúcich kvapalín, kde učiteľ vysvetlí, že kvapaliny s nízkou viskozitou tečú ľahšie.

Animácia je v angličtine, čo sa dá využiť aj na osvojenie si odborných termínov.

Učiteľ sa môže rozhodnúť vytvoriť **slovníček pojmov**, ktorý budú študenti dopĺňať počas vykonávania aktivity. Práve takto budú mať možnosť vyhľadávať na internete informácie tiež v cudzom jazyku.



Pri skúmaní vlastností kvapalín je dôležité, aby samotní študenti popri animácii aj experimentovali. V učebnici je uvedený príklad, v ktorom sa veľkosť viskozity odvodzuje z toho, ako rýchlo padajú guľôčky v rôznych kvapalinách. Čím rýchlejšie guľôčky padajú, tým je viskozita nižšia a naopak.

Naplňte odmerné valce vodou, olejom a glycerínom do rovnakej výšky. Zmerajte čas, za ktorý sklenené guľôčky klesnú z povrchu na dno odmerných valcov.

Keď porovnáme časy klesania vo vode, oleji a glyceríne, všimneme si, že čas pádu guľôčky vo vode môžeme len ťažko zmerať, pretože guľôčka padá veľmi rýchlo.

V glyceríne sa však meranie dá vykonať pomerne ľahko. Merania sa zhromažďujú v tabuľke. Na základe meraní si môžeme zhrnúť, že čas pádu guľôčok je kratší v kvapalinách s nižšou viskozitou ako v kvapalinách s vyššou viskozitou. Čím nižšia je viskozita kvapaliny, tým kratší je čas potrebný na to, aby guľôčka spadla. Samozrejme, platí to len vtedy, keď sa experiment vykoná precízne.

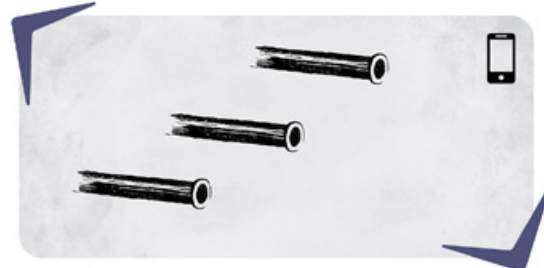


Viskozitu si potrebné spájať s každodennými príkladmi, ako je napríklad med. Skutočný prírodný med kryštalizuje a potom je veľmi ťažké ho zachytiť lyžičkou. Riešením je umiestniť nádobu s medom do kúpeľa s horúcou vodou, kde sa stáva tekutejším.

Viskozita závisí od teploty. To sa dá dokázať aj experimentom. Použite rovnaký prístroj a zostavu ako predtým, ale všetky vybrané kvapaliny zahrejte a zmerajte ich teplotu. Všimnite si, že vo všetkých troch prípadoch je pri kvapaline s vyššou teplotou nameraný čas poklesu kratší. Výsledky budú spoľahlivejšie, ak sa merania vykonajú

niekoľkokrát (napr. 3-krát) v každej kvapaline, pri danej teplote, a následne sa vypočíta priemerný čas pádu.

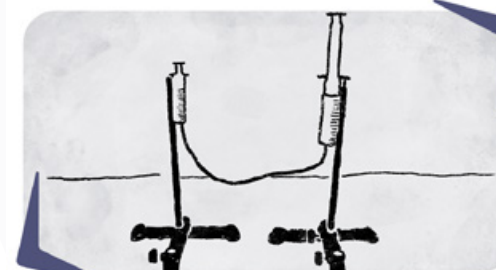
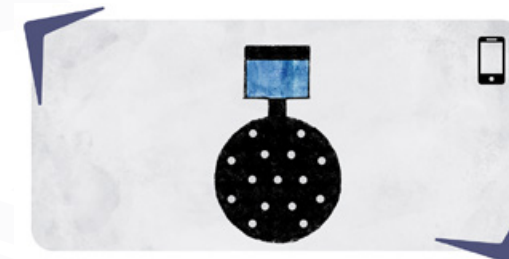
Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Honey-PNG-Image-83961.png>



2. Súbor experimentov: Hydrofyzika – Pascalov zákon

So zmenou tlaku v kvapaline sa menia aj sily, pôsobiace kolmo na steny nádoby. Pôsobenie vonkajšej sily na stenu nádoby s kvapalinou spôsobuje zvýšenie tlaku v kvapaline, ktorý sa rovnomerne prenáša do celej kvapaliny. To možno demonštrovať nafúknutím balónika, pretože sa pozoruje rovnomerné nafúknutie vo všetkých smeroch.

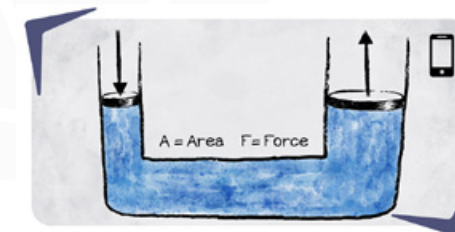
Blaise Pascal napísal zákon, ktorý hovorí, že zmena tlaku v ktoromkoľvek bode uzavretej nestlačiteľnej kvapaliny sa prenáša do celej kvapaliny, takže k rovnakej zmene dochádza všade. Pascalov zákon sa ilustruje pokusom, pri ktorom sa na koniec injekčnej striekačky plnej vody umiestni žiarovka alebo balónik. Keď sa injekčná striekačka stlačí, z banky vytekajú prúdy vody. Prúd vody je kolmý na povrch a smeruje všetkými smermi.



Študenti by si mali pozrieť klip, a potom vyhľadať klipy alebo animácie na internete, ktoré ukazujú rovnaký jav. Mali by hľadať také, ktoré sú názornejšie ako klip, ktorý sledovali. Ak takýto klip nenájdu, ponúknete študentom animáciu ukrytú za spúšťačom na obrázku vpravo.

To, čo sa naučili, aplikujme na známom príklade dvoch injekčných striekačiek. Injekčné striekačky sa líšia priemerom, navzájom sú spojené hadičkou a sú čiastočne naplnené vodou.

Privýkonávaní experimentu uvedeného na snímke vľavo je dôležité, aby sa každý študent nezávisle pokúsil meniť tlak piestu na jednej zo striekačiek a zároveň cítil účinok na druhej striekačke. Vlastné pocity študentov sú počas tohto experimentu mimoriadne dôležité predtým, než to zmeníme na súťaž, ako je to navrhnuté v materiáloch pre študentov.



Hydraulické a pneumatické aplikácie dobre využívajú tlakové vlastnosti kvapalín. Príkladom je hydraulický zdvihák pozostávajúci z dvoch piestov rôznych priemerov.

Tlak vo všeobecnosti (čo je pomer sily k ploche $p=F/S$) je pekne ilustrovaný príkladmi z každodenného života (učebnica xy). Napr. keď dva vlašské orechy stláčate v dlani, škrupina sa môže rozbiť, pretože je veľká sila a malá styčná plocha. V tomto prípade je tlak veľký. V prípade že niekto, kto nosí topánky s vysokým podpätkom, je tlak topánky pri kontakte so zemou oveľa väčší ako v prípade topánky s plochou podrážkou. Takéto chápanie je kľúčom k pochopeniu vzťahov medzi silou a povrchom v prípade hydraulického zdvihu. Piesty sú pripojené k trubici, naplnenej kvapalinou. Stlačením menšieho piestu sa zvýši tlak pod ním, a ten sa preniesie na celú kvapalinu. Rovnaký tlak tak pôsobí aj na druhý piest, a sila je následne väčšia. Sila sa zväčšuje úmerne s prierezom piestov. Študenti dokážu rozvíjať chápanie uvedených javov prostredníctvom animácií a rôznych zmysluplných experimentov z každodenného života.

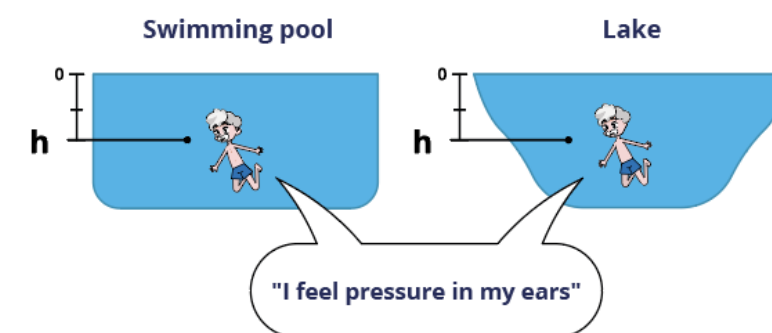
3. Súbor experimentov: Hydrostatický tlak

V literatúre sa v súvislosti s tlakom a hydrostatickým tlakom vyskytuje niekoľko nesprávnych názorov, ktoré sú zhrnuté a uvedené nižšie.

- hydrostatický tlak je nepriamo úmerný prierezu potrubia
- hydrostatický tlak je vyšší pri menšom priereze potrubia
- v spojovacích nádobách je kvapalina distribuovaná tak, že objem kvapaliny v oboch spojených nádobách je rovnaký bez ohľadu na výšku hladín
- maximálny hydrostatický tlak je pri najvyššej hladine vody
- maximálny hydrostatický tlak je pri najmenšom priereze potrubia
- tlak kvapaliny v danej hĺbke je ovplyvnený len výškou kvapaliny nad týmto bodom
- hydrostatický tlak pôsobí len na dne nádoby
- hydrostatický tlak je rovnaký v celom objeme kvapaliny

Pri navrhovaní aktivít s hydrostatickým tlakom je dôležité, aby si učiteľ uvedomoval nesprávne chápanie, na ktoré je potrebné počas aktivít poukázať. Nižšie uvádzame niekoľko návrhov na experimentálnu prácu a vysvetlenia, ktoré môžu byť užitočné pri prekonávaní nesprávneho chápania javov.

Hydrostatický tlak je tlak v kvapalinách, spôsobený hmotnosťou kvapaliny. V študentskej knihe je uvedený príklad hydrostatického tlaku, pôsobiaceho na Arphyho v bazéne a v jazere.



V oboch prípadoch je Arphy v rovnakej hĺbke. Aby sme určili hydrostatický tlak v danej hĺbke, musíme zohľadniť hustotu vody, hĺbku, v ktorej sa Arphy nachádza, a (vonkajší tlak vzduchu na hladinu vody). Vonkajší tlak vzduchu sme uviedli v zátvorke, pretože je na učiteľovi, či ho tu, na tomto mieste zavedie, alebo ho zavedie neskôr, a k tomuto príkladu sa vráti po diskusii. Rozhodne je dôležité, aby učiteľ v určitom okamihu so študentami prediskutoval tlak vzduchu a jeho číselné hodnoty, a tiež jeho vplyv na tlak, ktorý pôsobí na ponorené predmety.

Teraz by už študenti mali byť schopní identifikovať vodu a vzduch ako kvapaliny, čo znamená, že aj tlak vzduchu je hydrostatický tlak. Rovnica, ktorú treba použiť na výpočet hydrostatického tlaku, je uvedená v učebnici (na tabuli). Rovnicu hydrostatického tlaku možno vysvetliť podľa nasledujúceho návrhu:

Upozornenie: V anglicky hovoriacom svete sa povrch označuje A namiesto S, ako vidíte na obrázku vyššie, ktorý je tiež súčasťou materiálu pre študentov.

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

Kvapalinu v nádobe je možné si predstaviť ako vrstvy látok, z ktorých každá má určitú

hmotnosť. Tlak, ktorý vyvíja každá vrstva kvapaliny, závisí od sily kvapaliny (F) a plochy (S), na ktorú pôsobí.

Tlak, spôsobený jednou vrstvou kvapaliny možno zapísať ako $p = F/S$. Sila sa rovná hmotnosti kvapaliny a zapisuje sa ako $F = mg = \sigma \cdot V = p \cdot g \cdot V$. Za predpokladu, že objem je $V = S \cdot h$, čiže tlak, ktorý vyvíja vrstva kvapaliny, a možno ju zapísať ako: $p = F/S = \sigma \cdot S \cdot h/S$, $p = \sigma \cdot h$ alebo $p = p \cdot g \cdot h$. Rovnica je zapísaná so špecifickou hmotnosťou, ktorú je treba použiť, keďže sa študenti ešte nezoznámili s g ako tiažovým zrýchlením.

Z tohto tvrdenia vyplýva, že hydrostatická tlak tekutín sa úmerne zväčšuje s

Upozornenie: V anglicky hovoriacom svete sa povrch označuje A namiesto S, ako vidíte na obrázku vyššie, ktorý je tiež súčasťou materiálu pre študentov.

hĺbkou. Pri určovaní skutočného tlaku v kvapaline však musíme brať do úvahy aj tlak pôsobiaci na hladinu. Tlak kvapalín nachádzajúcich sa v otvorených nádobách ovplyvňuje aj tlak vzduchu. V otvorených nádobách je to atmosférický tlak, ktorý sa označuje p_0 . Hydrostatický tlak sa v tomto prípade zapisuje ako: $p = p_0 + \sigma \cdot h$.

Pozrime sa na príklad Arphyho ponárajúceho sa v jazere a bazéne. Môžeme povedať, že tlak na jeho ušné bubienky je rovnaký vtedy, keď je hustota vody v oboch prípadoch rovnaká a Arphy sa nachádza v rovnakej hĺbke. Keď predpokladáme, že aj tlak vzduchu, pôsobiaci na hladinu, je v oboch prípadoch rovnaký, záver je správny. Príklad môže byť dobrým východiskom pre diskusiu. Prediskutujte so študentami nasledujúce otázky:

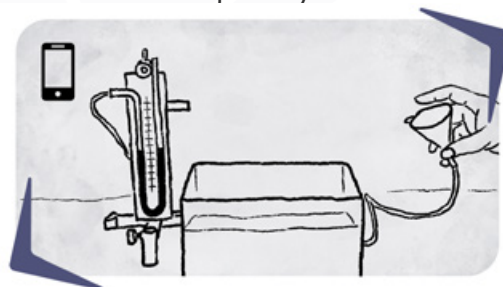
Dokážete porovnať tlak vzduchu pri mori s tlakom vzduchu na vrchole hory?

Na internete dokážete nájsť informácie o aktuálnom tlaku vzduchu na rôznych miestach vo vašej krajine. Súvisia získané informácie s odpoveďami na prvú otázku? Čo by sa stalo, keby bolo jazero v horách a bazén pri mori? Bol by tlak na Arphyho bubienky rovnaký?

Keby Arphy otočil/naklonil hlavu, došlo by k výraznej zmene tlaku na ušné bubienky?

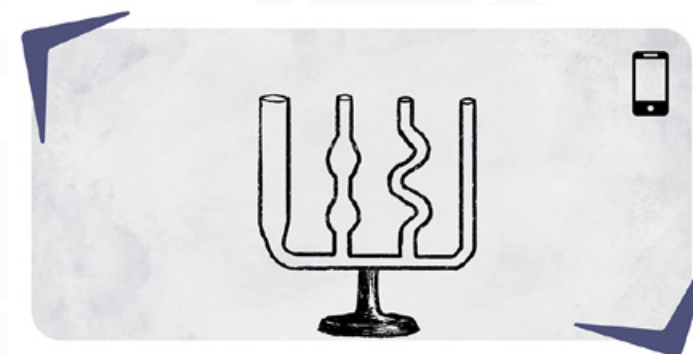
Odpoveď na poslednú otázku súvisí s nasledujúcim experimentom. Nádobu v tvare U je naplnená tekutinou, ktorá je prepojená s plastovou trubicou ukončenej lievikom. Na lieviku je umiestnený pružný kryt, kde môžeme použiť balónikovú membránu. Keď lievik ponoríme do vody, všimneme si, že dva stĺpce farebnej kvapaliny v U nádobe už nie sú zarovno. Čím hlbšie je lievik ponorený, tým väčší je rozdiel medzi oboma stĺpcami. Môžeme teda uvažovať tak, že vo väčšej hĺbke je aj tlak vo vode vyšší. Zároveň tiež môžeme poukázať na skutočnosť, že keď je Arphy ponorený do vody, tlak sa pri danej zmene výšky mení viac ako pri rovnakej zmene výšky vo vzduchu. Ľudia to pociťujú ako zmenu tlaku v ušiach. Pri stúpaní vo vzduchu je potrebné stúpať oveľa viac, aby sme pocítili nepríjemné pocity, v porovnaní s potápaním, kde je nepríjemný pocit v ušiach cítiť už pri ponore do menšej hĺbky.

Ďalším dôležitým dôkazom, získaným z tohto zariadenia je, že hydrostatický tlak je v danej hĺbke rovnaký bez ohľadu na smer. Študenti môžu experimentovať alebo pozorovať demonštračný pokus. Vo zvolenej hĺbke otočte lievik tak, aby bola membrána v rovnakej hĺbke, ale zmenil sa jej smer v priestore. Študenti by si mali všimnúť, že rozdiel medzi dvoma stĺpcami tlakomera sa nemení. Z toho usudzujeme, že sa nezmenil ani tlak na membráne bez ohľadu na jej smer vo vode.



Ďalšia anekdota, ktorá súvisí s hydrostatickým tlakom hovorí o tom, ako Blaise Pascal rozbil dlhou rúrou veľký sud v roku 1646. Rúra bola umiestnená vertikálne. Nalial do nej vodu. Keď výška vody v rúre stúpala, tlak v sude sa začal zvyšovať. Pri určitej výške vody v trubici sud nevládol tlak a rozbil sa, pretože bol tlak v sude príliš vysoký.

Na animácii nižšie môžete vidieť hladinu kvapaliny v nádobách rôznych tvarov. Vidíme, že hladina vody vo všetkých spojených sklenených nádobách rôznych tvarov zostáva rovnaká. Tlak v danej kvapaline je vždy rovnaký v rovnakej hĺbke a nezávisí od tvaru nádoby, v ktorej sa kvapalina nachádza. Na animácii vidíme, že kvapalina vo všetkých častiach takto spojenej nádoby je rozložená tak, že všetky plochy sú vodorovné a dosahujú rovnakú hladinu, aj keď objemy vody v každej z nich sú rôzne. Skutočnosť, že všetky plochy sú na rovnakej úrovni, dokazuje, že tlak na dne každej nádoby je rovnaký, pretože tlak ovplyvňuje len výška vodného stĺpca, nie objem vody. Táto skutočnosť je známa ako hydrostatický paradox.



Vysvetlenie objasňuje, prečo je v Pascalovom experimente možné rozbiť sud s malým množstvom vody pomocou dlhej tenkej vertikálnej trubice.

Princíp spojených nádob je možné použiť v prírode alebo pri stavbe budov, aby bola stanovená rovnaká výška aj na veľké vzdialenosti. V minulosti murári používali princíp spojených nádob v zariadení nazývanom "vodováha". Hladina vody v tenkej priehľadnej plastovej rúrke je na oboch koncoch plastovej rúrky rovnaká.

Študenti môžu predviesť, ako murári prenášajú výšku z jednej steny na druhú pomocou dlhej hadice, naplnenej vodou – vodováhou. Potrebujú na to dlhú priehľadnú hadicu, ktorú naplnia vodou. Na oboch koncoch by však voda nemala siahať až po vrch. Jeden koniec hadice drží jeden študent a druhý koniec druhý študent. Hladina vody v oboch koncoch hadice je rovnaká. Študenti môžu výšku vodnej hladiny priradiť k predmetom na jednej stene a druhý študent označí výšku hladiny na druhej stene, čím sa rovnaká výška preniesie na druhú stenu. Obe značky sa tak nachádzajú v rovnakej vodorovnej rovine. V rámci tejto úlohy môžu študenti skontrolovať, či je strop vodorovný, či je podlaha vodorovná, atď.

Pri tejto téme môžeme spomenúť alebo spestriť obsah ukážkou Pytagorovho pohára (Pohár spravodlivosti), ktorého jednoduchú verziu si môžete vyrobiť

aj sami. Tie zložitejšie sa často nachádzajú v obchodoch so suvenírmi. Najdôležitejšou súčasťou tohto pohára je sifón. Sifón je zahnutá rúrka, ktorú možno nájsť v rôznych verziách doma aj v prírode. V každom dome sa nachádza celý rad sifónov - odtokové rúrky pri umývadle, bidete, vani, sprche atď. sifóny svojou konštrukciou umožňujú zadržiavať vodu v odtokovom systéme, aby sa zápach z odtoku nešíril späť do domu cez odtokové rúrky.

Sifóny sa prirodzene vyskytujú v podzemných tuneloch a jaskyniach. Študenti môžu na internete vyhľadať príklady sifónov v prírode. Doma by mali študenti nájsť dostupné sifóny, odfotografovať ich a vysvetliť, v ktorej časti sifónu sa nachádza voda.

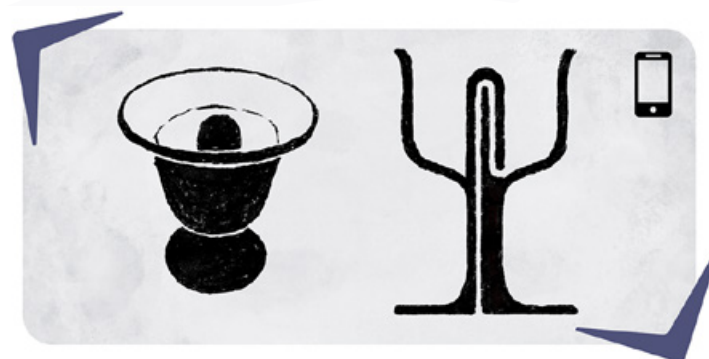


Zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sifonas_2.png

Známy pohár spravodlivosti (Pytagorov pohár) je špeciálny typ sifónu, z ktorého sa všetka kvapalina vypustí, keď hladina kvapaliny prekročí hornú úroveň sifónu.

Na základe animácie nechajte študentov vysvetliť, kde sa sifón nachádza a ako Pytagorov pohár funguje.

Študenti majú za úlohu vyrobiť si vlastný pytagorejský pohár z odpadových obalov. (môžu použiť fľaše, slamky atď.).



Vráťme sa späť k tlaku vzduchu. Keď sme predstavovali rovnicu hydrostatického tlaku, spomenuli sme, že tlak sa mení s hĺbkou. Tlak vzduchu je spôsobený hmotnosťou vzduchu. Dokážeme zmerať hmotnosť vzduchu? Vo videu za ďalším spúšťačom si pozrite, ako sa dá hmotnosť vzduchu zmerať.

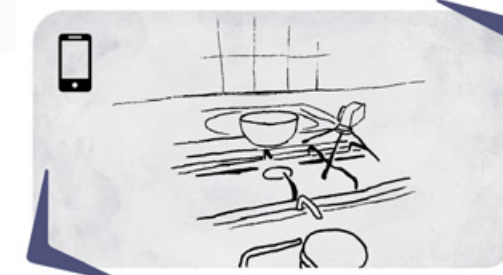
O tlaku vzduchu sme si už niečo povedali, keď sme uvádzali rovnicu hydrostatického tlaku. V študentskej knihe si žiaci prečítajú text o rozdieloch tlaku vzduchu na vrchole a na úpätí hory. Ľudský organizmus napríklad rozdiely v tlaku vníma len pri jazde na horu lanovkou, a v iných prípadoch rýchlych zmien nadmorskej výšky.

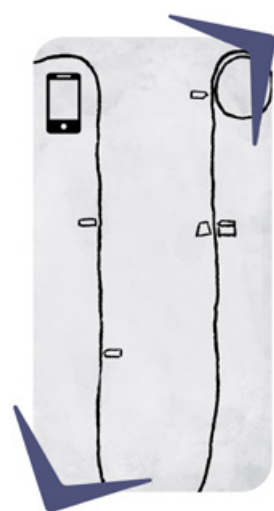


Arphyv obláčiku kladie otázku, na ktorú dokážu študenti, ktorí chápu vzťah medzi tlakom vzduchu a nadmorskou výškou, dokážu odpovedať úplne samostatne.

Doteraz sme o veľkosti samotného tlaku vzduchu veľa nehovorili. Z učebnice môžeme získať predstavu o silách, pôsobiach na naše telo vo vzduchu aj o veľkosti tlaku vzduchu.

Tlak vzduchu dokáže stlačiť aj plechovku. Prostredníctvom experimentu by sa mali študenti naučiť, že rozdiely v tlaku, zohrávajú dôležitú úlohu v každodennom živote. Keď sa vytvorí veľký rozdiel tlaku medzi vnútornou a vonkajšou stranou plechovky, vonkajší tlak je väčší ako vnútorný, plechovka sa zdeformuje a stlačí. Vonkajší tlak stlačil steny plechovky.





Tlakové rozdiely sa určujú pomocou tlakomerov.

Najjednoduchším tlakomerom je kvapalinový tlakomer. Pozostáva z trubice v tvare písmena U, ktorá je naplnená vodou. Rozdiel výšok hladín vody v ľavom a pravom konci trubice (Δh) udáva rozdiel tlakov Δp . Príklad kvapalinového tlakomera je uvedený za spúšťačom v experimente na ľavom obrázku.

Aký je rozdiel tlakov, keď je rozdiel výšok vodných stĺpcov na ľavej a pravej strane manometra 10 cm?

Z dlhej priehľadnej trubice vyrobte tlakomer. Zistíte, aký rozdiel tlaku môžete dosiahnuť fúkaním do tejto trubice.

4. Súbor experimentov: Archimedov zákon

Archimedov životný príbeh predstavuje dôležitý medzník vo vývoji vedy. Archimedov zákon je vysvetlený prostredníctvom súboru aktivít, ktoré študentom umožnia pochopiť jeden z jeho najzložitejších pojmov, ktorým je vztlak.

Ciele vzdelávania

V rámci experimentálnej práce študenti:

- merajú objem vytlačenej (pretečenej) vody pri ponorení predmetov rovnakého tvaru a objemu, ale rôznej hustoty
--> $V_{\text{vytlačenej vody}} = V_{\text{Predmetu}}$
- určenie hmotnosti predmetu vo vzduchu (F_g) a v kvapaline (voda) ($F_{v_{\text{voda}}}$).
--> $F_{v_{\text{voda}}} < F_g \rightarrow \text{Vztlak} = F_g - F_{v_{\text{voda}}}$
- určenie vztlaku pomocou Archimedovho vedra
--> $V_{\text{vztlak}} = F_g_{\text{pretečená voda}}$

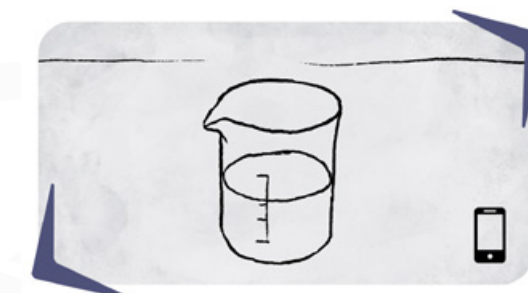
Existuje mnoho nesprávnych chápaní, **mylných predstáv** o vztlaku. Spomeňme aspoň niektoré z nich:

- čím väčšia je hmotnosť predmetu, tým lepšie sa ponára
- viskóznejšia kvapalina spôsobuje, že predmet lepšie pláva
- čím je objekt menší, tým lepšie pláva na hladine
- tenký plochý predmet pláva na hladine
- tlak na dne kadičky/jazera/bazéna a na hladine vody je rovnaký
- vztlak ovplyvňuje množstvo vody (kvapaliny)
- vztlak ovplyvňuje tvar objektu
- hustota kvapaliny nemá vplyv na vztlak

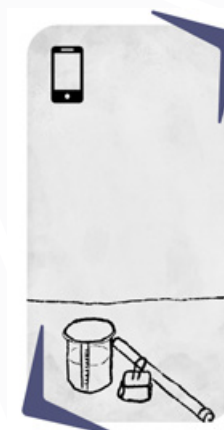
- hustota objektu ovplyvňuje vztlak
- Nasledovné experimenty zohrávajú dôležitú úlohu pri prekonávaní nesprávneho chápania a predstáv, preto je odporúčané robiť ich v triede.

Nesprávne chápanie: *množstvo vody (kvapaliny) ovplyvňuje vztlak*

V experimente 4 by sa mali študenti naučiť, že vztlak predmetu je rovnaký, či je ponorený do veľkého alebo malého množstva vody. Musíme len dávať pozor, aby bolo vody dosť na to, aby sa predmet bez prekážok vznášal alebo úplne potopil. Najlepšie je zobrať si 2 nádoby s vodou, ktoré sú úplne odlišnej veľkosti, napr. kadičku a akvárium.



Nesprávne chápanie: *tvar predmetu ovplyvňuje jeho vztlak.*

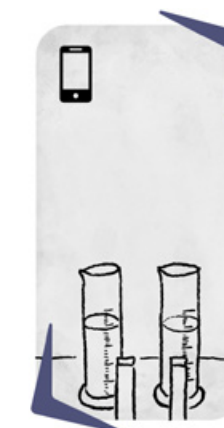


V experimente 5 študenti zistia, že vztlak predmetov s rovnakou hustotou, hmotnosťou a objemom je rovnaký bez ohľadu na ich tvar (valec, štvorec, guľa). V experimente je vybranou látkou plastelína, ktorá má väčšiu hustotu ako voda, preto sa potápa.

Učiteľ musí byť veľmi opatrný pri výbere tvarov, lebo môže prísť ľahko k nedorozumeniu, keď sa zmenou tvaru zmení aj celková hustota objektu. Napríklad, ak sa použije plastelínová guľa a pretvaruje sa do tvaru loďky, celková hustota loďky už nie je rovnaká ako hustota plastelínovej gule (bol pridaný vzduch).

Nesprávne chápanie: *hustota kvapaliny nemá vplyv na vztlak.*

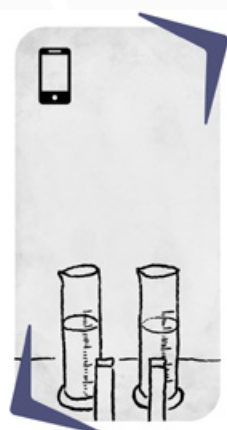
Aby sme preukázali vzťah medzi hustotou kvapaliny a vztlakom v experimente 6 použijeme dve rôzne kvapaliny (vodu z vodovodu a morskú vodu) a predmet, ktorý sa ponorí do oboch kvapalín. Študenti majú určiť vztlakovú silu pre úplne (alebo čiastočne) ponorený predmet. Najprv by mali predmet ponoriť do vody z vodovodu a potom do morskej (slanej) vody. Experiment ukazuje, že vztlaková sila pôsobiaca na ten istý predmet nie je v



oboch kvapalinách rovnaká..

Na určenie vztlakovej sily majú dve možnosti. Najprv použijú Archimedov zákon, kde zmerajú objem vytlačenej kvapaliny, a mali by si uvedomiť, že objem vytlačenej vody z vodovodu sa rovná objemu morskej vody. Študenti by mali vedieť, že morská voda má väčšiu hustotu ako voda z vodovodu. Z tohto faktu si potom dokážu odvodiť, že vztlaková sila na predmet, ponorený do morskej vody, je väčšia ako vztlaková sila na predmet vo vode z vodovodu. Druhou možnosťou je určiť vztlakovú silu z meraní pomocou pružinových váh. Najprv zmerajú gravitačnú silu, pôsobiacu na predmet na vzduchu, a potom zmerajú silu, ktorú im ukáže pružinová váha, keď je predmet ponorený v každej z kvapalín. Výpočtom vztlakovej sily zistia, že vztlak toho istého ponoreného predmetu je v morskej vode väčší ako vo vode z vodovodu.

Učiteľ by mal byť pri vysvetľovaní tohto experimentu opatrný, aby u žiakov neviedol k nesprávnemu pochopeniu. Je potrebné zdôrazniť, že sme použili predmet, ktorý sa ponára v kvapaline a v kvapaline ho drží pružinová váha. Ak by sme použili predmet, ktorý pláva, študenti by si mohli všimnúť, že predmet je v slanej vode ponorený menej ako vo vode z vodovodu. Keďže je to veľmi ťažké pozorovať, radšej sme použili teoretický príklad. Najjednoduchším spôsobom, ako to vysvetliť, je ukázať rovnováhu medzi gravitačnou a vztlakovou silou pôsobiace na predmet. Keďže gravitačná sila toho istého predmetu je v oboch prípadoch rovnaká, aj vztlak musí byť rovnaký. Keďže však vztlak sa rovná hmotnosti vytlačenej kvapaliny, čím je hustota kvapaliny väčšia, tým je objem vytlačenej kvapaliny menší. Hustota kvapaliny teda súvisí so vztlakom, pretože v jednom prípade vytlačil ten istý plávajúci predmet viac kvapaliny. Vztlak musí byť v oboch prípadoch rovnaký, preto ak je väčšia časť predmetu ponorená, aj vytlačené množstvo kvapaliny je väčšie a hustota tejto kvapaliny musí byť menšia ako kvapalina vytlačená predmetom.



Nesprávne chápanie: *hustota predmetu ovplyvňuje jeho vztlak.*

Aby sme ukázali, že hustota predmetu nemá vplyv na vztlak, môžeme interpretovať ten istý experiment ako v predchádzajúcej situácii (za spúšťačom vľavo). Pri interpretácii sa však musíme zamerať len na jednu kvapalinu. Študenti môžu v triede uskutočniť jednoduchý experiment s dvoma kvádrmi rovnakého objemu a rôznej hustoty. Použite kvádre s väčšou hustotou ako kvapalina tak, aby boli oba ponorené do kvapaliny. Ku kvádom pripevnite šnúрку, na ktorú môžete umiestniť pružinovú váhu. Študenti zmerajú hmotnosť kvádrov vo vzduchu. Potom zmerajú zdanlivú hmotnosť kvádrov,

ponorené v kvapaline. Keďže vztlak je rozdiel medzi hmotnosťou a zdanlivou hmotnosťou, vtedy zistia, že v oboch prípadoch je rovnaký. Druhým dôkazom je, že dva kvádre rovnakého objemu vytlačia rovnaký objem vody, t. j. vztlaková sila je pri oboch kvádroch rovnaká.

--> vztlaková sila je rovnaká pre oba kvádre -> hustota objektov nemá vplyv na vztlak, ak sú ponorené do rovnakej kvapaliny.

Zhrnutie

Vo vode máme pocit, že sme ľahší. Keď stojíme vo vode dosť hlboko, pociťujeme, akoby nás niečo "nadržalo". Vo vode pociťujeme silu, ktorá pôsobí vertikálne nahor a nazýva sa vztlak.

V prípade telies plávajúcich v kvapaline môžeme meraním hmotnosti vytlačenej kvapaliny a rovnováhy síl určiť, že vztlak sa rovná hmotnosti vytlačenej kvapaliny. To isté platí pre telesá, ktoré sa potápajú v kvapaline. V týchto prípadoch sa vztlak určuje meraním síl, pomocou pružinovej techniky. V prípade telies pripevnených k pružinovým váham určíme hmotnosť vo vzduchu a "zdanlivú" hmotnosť v kvapaline. Rozdiel medzi údajmi na pružinových váhach sa rovná vztlakovej sile alebo hmotnosti vytlačenej kvapaliny. **Archimedov zákon** hovorí, že sila pôsobiaca na čiastočne alebo úplne ponorené teleso sa rovná hmotnosti vytlačenej kvapaliny.

Rovnica vztlaku sa zapíše ako $F_b = \rho g V$, kde ρ je hustota kvapaliny a V je objem ponorenej časti telesa / (objem vytlačenej kvapaliny). Vztlak závisí od hustoty kvapaliny, v ktorej je teleso ponorené, objemu vytlačenej kvapaliny (ktorý je rovný objemu ponoreného telesa).

Tieto poznatky pomohli Archimedovi vyriešiť problém s korunou. Ak majú dva predmety s rovnakou hmotnosťou aj rovnakú hustotu, vytlačia rovnaký objem vody. Iba ak sú ich hustoty rovnaké, sú ich hmotnosti a objemy rovnaké. Ak teda vezmeme kus zlata s hmotnosťou rovnajúcou sa hmotnosti koruny, koruna aj kus zlata musia vytlačiť rovnaký objem vody. Ako hovorí legenda, nebolo to tak, a tak si Archimedes uvedomil, že koruna nie je len zo zlata, ale je k nej pridaný ďalší kov (striebro).

Hydrodynamika

Hydrodynamika sa zaoberá pohybujúcimi sa kvapalinami. Vzhľadom na zložitosť tejto témy nie je zaradená do učebných osnov základných škôl. Do učebnice je zaradená preto, lebo javy súvisiace s hydrodynamikou sú všade. Je dôležité, aby žiaci mali aspoň určité povedomie o príčinách a dôsledkoch pohybu tekutín. O hydrodynamiku sa veľmi zaujímal taliansky matematik Francesco Bernoulli, ktorý objavil zákon, že s rastúcou rýchlosťou prúdenia kvapaliny v horizontálnom smere klesá tlak. Zákon napísal v podobe Bernoulliho rovnice, ktorá platí pri stacionárnom prúdení neviskóznej a nestlačiteľnej kvapaliny a spája dva body na prúdovej čiare.

V učebnici je uvedený experiment, niekoľko príkladov z každodenného života a ďalšia zaujímavosť z minulosti v podkapitole Hydrodynamika. Začneme určite najznámejším pokusom, keď fúkneme medzi dve plechovky priviazané na šnúrke a vzdialené od seba niekoľko centimetrov (pokús funguje dobre aj vtedy, ak použijeme dva listy papiera alebo balón). Výsledok pokusu je prekvapujúci, pretože obe plechovky sa k sebe približia. Experiment ukazuje vzťah medzi rýchlosťou kvapalín a tlakom. Na jednej strane plechoviek sa kvapalina (v tomto prípade vzduch) pohybuje rýchlejšie, čo znamená, že tlak je na tejto strane nižší ako na druhej. Obe plechovky sa pohybujú v smere nižšieho tlaku, čo znamená, že sú k sebe bližšie.

Nižšie sú opísané a vysvetlené dva príklady z každodenného života. Najprv vysvetlíme, prečo sú na nástupištiach čiary, ktoré označujú, kde je bezpečné čakať na vlak. Opäť ide o pohyb kvapalín, vzduchu, keď vlak prichádza na nástupište určitou rýchlosťou a spôsobuje pohyb vzduchu vedľa neho. Znížený tlak nás môže ťahať smerom k vlaku. Nasledujúci príklad opisuje, prečo sprcha ťahá kúpeľňový záves smerom k nám alebo k vode. Vysvetlenie je rovnaké ako v prípade vlaku. Voda vytekajúca zo sprchy spôsobuje, že sa vzduch vedľa nej pohybuje. Ten ťahá záves dovnútra, pretože vo vnútri je nižší tlak. V závere kapitoly je uvedený prípad, keď v dôsledku silného vetra praskli okná mrakodrapu v Bostone (USA).

Na poslednej strane kapitoly nájdete niekoľko zaujímavých nápadov na projekty, ktoré môžu žiaci realizovať v škole alebo doma. Všetky projekty obsahujú témy, o ktorých sa hovorí v tejto kapitole. Projekty sa realizujú po (aspoň čiastočnom) prebratí látky, aby žiaci už mali určité základné vedomosti. Pred začatím projektov by ste mali žiakom pripomenúť kroky, ktoré je potrebné dodržať počas výskumu (uvedené na konci strany). V škole môžete organizovať prácu v skupinách, kde máte niekoľko možností - môžete predložiť rovnaký problém (projekt) všetkým skupinám, alebo môžete nechať skupiny pracovať na vlastnom probléme.

Odkazy

Saputra, O., Setiawan, A. and Rusdiana, D. (2019). Identification of student misconceptions about static fluid. Journal of Physics: Conference Series, 1157.

Loverude, M. E., Heron, P. R. L. and Kautz, C. H. (2010). Identifying and addressing student difficulties with hydrostatic pressure. American Journal of Physics, 78(1), 75-85.

Camacho, F. F. and Cazares, L. G. (1998). Partial possible models: An approach to interpret students' physical representations. Sci. Educ. 82, 15-29.

Strnad, J. Rozvoj fyziky (The Development of Physics), DZS, 2003



ARPHYMEDES

KAPITOLA 5

PRÁCA, VÝKON A ENERGIA

PRÁCA, VÝKON A ENERGIA

Čo je... práca?

"Práca je energia prenášaná na objekt alebo z objektu prostredníctvom sily, pôsobiacej na objekt. Energia prenesená na objekt je kladná práca a energia prenesená z objektu je záporná práca" (Halliday, Resnick a Walker, 2001).

Výkon?

"Časová rýchlosť, pri ktorej sa práca vykoná silou, sa nazýva výkon spôsobený silou. Ak sila vykoná za určitý čas určitú prácu, priemerný výkon pôsobiaci na silu počas tohto časového intervalu je $P_{avg} = W/\Delta t$." (Halliday, Resnick a Walker, 2001)

Energia?

V gréčtine toto slovo znamená činnosť, ktorou Aristoteles myslel prechod od možného k skutočnému. Vo všetkých jazykoch sa toto slovo spájalo s aktivitou a živou aktivitou ľudí a iných živých vecí, a až v 19. storočí nadobudlo fyzikálny význam (Strnad, 2003). Vo fyzike je však pojem "energia" tak široký, že je ťažké napísať jeho jednoznačnú definíciu. Z technického hľadiska je energia veličina, ktorá súvisí so stavom jedného alebo viacerých objektov (Halliday, Resnick a Walker, 2001). Pri opise energie je teda potrebné definovať systém, ktorý môže obsahovať jeden alebo viac objektov. Energia je veličina vyjadrená číslom a jednotkou (Joule) adresne k takému systému.

Operačné ciele vzdelávania

Študenti budú schopní:

- vysvetliť, že fyzikálna práca závisí od sily a vzdialenosti, ktorou sila na predmet pôsobí,
- použiť rovnicu na výpočet práce a oboznámiť sa s jej jednotkou,
- pochopiť, že sila pôsobiaca kolmo na smer pohybu nevykonáva prácu na objekt,
- rozoznávať medzi silami pôsobiacimi na pohybujúce sa teleso sily alebo na zložky síl, ktoré prácu vykonávajú,
- vedieť, že kinetická energia súvisí s pohybom a že zmena kinetickej energie súvisí so zmenou rýchlosti,
- pochopiť, že kinetická energia závisí od hmotnosti a rýchlosti telesa,
- použiť rovnicu na výpočet kinetickej energie,
- vysvetliť, že zmena potenciálnej energie súvisí so zmenou polohy telesa vo vertikálnom smere,
- použiť rovnicu na výpočet zmeny potenciálnej energie,
- pochopiť a aplikovať vetu o zachovaní mechanickej energie,
- vysvetliť, že energia sa môže meniť z jednej formy na druhú,
- definovať výkon ako podiel práce a času, za ktorý sa práca vykoná (Bajc, 2009).

Bežne sa vyskytujúce, nesprávne predstavy študentov

Pokiaľ ide o prehľad literatúry, študenti majú mnoho nesprávnych predstáv o sile, práci, energii a výkone. Na základe článkov, uvedených v odkazoch, bol vytvorený nasledujúci zoznam mylných predstáv. Učiteľ by si ho mal pozorne prečítať, pretože ponúka záchytné body pre prácu a rozhovory so študentmi. Učiteľ, ktorý si uvedomuje časté mylné predstavy, súvisiace s danou témou, dokáže cielavedomejšie venovať pozornosť vyjadreniam, objasneniam a výberu príkladov.

Študenti často:

- nesprávne chápu pojem sila,
- nesprávne chápu tretí Newtonov zákon,
- domnievajú sa, že sila je skôr prirodzenou vlastnosťou objektu než interakciou medzi objektmi,
- veria, že ak je objekt v pokoji, nepôsobia naň žiadne sily,
- veria, že zdvojnásobenie rýchlosti pohybujúceho sa objektu zdvojnásobí aj jeho kinetickú energiu,
- veria, že pohyb objektu je vždy v smere jednoduchej sily, ktorá na objekt pôsobí,
- veria, že energia je sila,
- domnievajú sa, že energia sa stráca pri zmene jedného typu na druhý,
- veria, že energia sa môže stratiť pri prenose z jedného objektu na druhý,
- veria, že kinetická energia závisí len od hmotnosti,
- veria, že kinetická energia môže byť záporná, keď sa objekt pohybuje záporným smerom.
- domnievajú sa, že potenciálna gravitačná energia závisí len od výšky objektu,
- veria, že objekt v pokoji nemá žiadnu energiu,
- veria, že energia každého systému je konštantná,
- nesprávne interpretujú výrok "energia sa zachováva",
- majú tendenciu spájať prácu buď so zmenou kinetickej, alebo potenciálnej energie, ale nie celkovej energie,
- majú tendenciu považovať závislosť znamienka práce od súradnicového systému,
- neuvedomujú si, že energetická analýza závisí od zvoleného systému,
- neprijímajú, že akákoľvek skupina objektov môže byť považovaná za systém,
- spájajú energiu so živými objektmi,
- spájajú energiu s pohybom.

Obálka kapitoly

Pokiaľ ide o prácu, príklady sa často vzťahujú na prácu s nástrojmi (páka, kladka, naklonená rovina). Keď sa pri pokusoch zaoberáme nástrojmi, študentom vysvetlíme, že práca sa nemení pri použití nástroja, len sila je menšia, čo znamená, že musí pôsobiť na dlhšej dráhe. Jedným z nástrojov je páka, pri ktorej malá sila pôsobí na dlhšej dráhe, pričom tlačíme na dlhšiu stranu páky a zároveň ťažké bremeno zdvíhame na kratšej strane páky. Známa anekdota o páke, ktorá je uvedená v kapitole Mechanika tekutín, sa spája s Archimedom.

Archimedes údajne povedal: "Dajte mi pevný bod a ja zdvihnem Zem." S odvolaním sa práve na tento príklad je možné vypočítať, aká dlhá by musela byť tyč, keď by bol treba umiestniť takúto páku do priestoru. Na internete si vyhľadajte údaje o hmotnosti Zeme a potom spolu so študentmi odhadnite, akou maximálnou silou môže študent pôsobiť na koniec dlhšej časti tyče (použite

hmotnosť študenta). Výpočet si vyžaduje aj odhad dĺžky kratšej časti tyče. Úvaha by mala byť v súlade s tým, že bod, v ktorom sa Zem dotýka tyče, bude na jej konci (a nie v bode zobrazenom na obrázku). So študentmi diskutujte o výpočte a vzdialenostiach, a dospejete k záveru, že takúto páku nemožno umiestniť do priestoru.

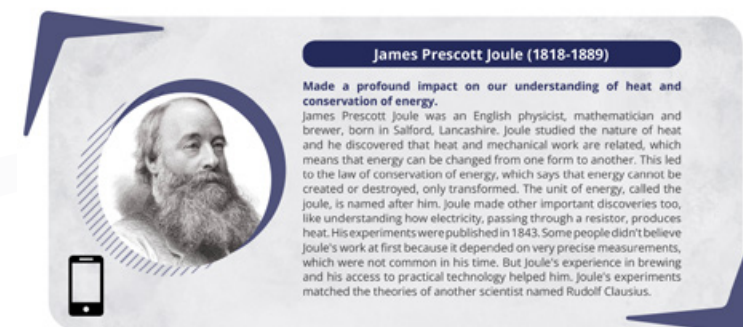


Slávni vedci

Táto kapitola predstavuje troch významných mužov, ktorí prispeli k rozvoju fyzikálnych poznatkov v oblasti energie, tepla, práce a výkonu.

James Prescott Joule (1818-1889) bol synom bohatého pivovarníka, a tak si mohol dovoliť vlastné laboratórium. Bol veľmi dobrý v experimentálnej práci, a preto sa venoval fyzikálnemu výskumu. Najprv sa zaoberal elektrinou a magnetizmom a pokračoval tiež vo výskume v oblasti tepla a teploty. Teplo meral pri rôznych zmenách, napríklad keď voda padá z vodopádu, keď sa voda mieša, alebo tečie potrubím keď sú plyny stlačiteľné.

Meral tiež mechanický ekvivalent tepla. Keďže nebol fyzik, jeho práca spočiatku nevzbudila veľkú pozornosť. Keď si však jeho prácu všimli a podporili lord Kelvin, Michael Faraday a ďalší, bol vymenovaný za člena Kráľovskej spoločnosti. Jednotka pre energiu, prácu a teplo bola na jeho počesť zavedená oveľa neskôr (Strnad, 2003, 1990, von Laue, 1982).



Rudolf Emanuel Clausius (1822-1888), spolu s lordom Kelvinom odvodili druhý termodynamický zákon. Zákon energie predstavoval dôležitý prelom vo fyzike, lebo zaviedol pojem entropie.

William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907), zaviedol druhý termodynamický zákon použitím príkladu, že nemôže existovať motor, ktorý by opakoval termodynamický cyklus a produkoval len prácu, keď sa mu dodáva len teplo. V takom prípade by totiž bolo možné s danou prácou ohriať teleso v prostredí nad pôvodnú teplotu, a tým dosiahnuť to isté, ako keby sa teplo z telesa odovzdalo teplejšiemu telesu. Takýto tepelný stroj, ktorý by odporoval druhému termodynamickému zákonu, sa nazýva perpetuum mobile druhého druhu. Existuje aj pojem perpetuum mobile prvého druhu, ktorý je v rozpore so zákonom energie (prvým zákonom termodynamiky) (Strnad, 2003, 1990, von Laue, 1982).

Nechajte študentov, aby si pozreli animáciu o J. P. Joulovi. Počas diskusie so študentami môžete zdieľať také fakty, ktoré akceptujú záujmy a schopnosti študentov. Všetci traja vedci boli súčasníci, ktorí žili v 19. storočí a navzájom poznali svoje práce. Rozhovor o týchto troch slávnych ľuďoch poskytuje príležitosť na zopakovanie a osvojenie si jednotiek, skúmanie o perpetuum mobile, experimentovanie s teplom atď. Nižšie uvádzame niekoľko podnetov na rozhovory a prácu so študentami.

Ktorá fyzikálna veličina má jednotku kelvin? Meria sa aj v iných jednotkách? Nájdite informácie na internete.

Nájdite teplomer, ktorý má stupnicu s dvoma rôznymi jednotkami (stupne Celzia a stupne Fahrenheita). Odčítajte teplotu vzduchu v oboch jednotkách. (Poznámka: Učiteľ by ich mal poskytnúť vopred)

Nájdite vzorec na prevod z Fahrenheita na Kelvin a zo stupňov Celzia na Fahrenheity. Priradili by ste teplotu 82 °F k letnej alebo zimnej vonkajšej teplote?

Čo je joule? Ako je táto jednotka definovaná? Prečo si myslíte, že je pomenovaná po Jamesovi Prescottovi Joulovi?

Vyberte si potravinu a na jej obale zistite, aká je jej celková energetická hodnota. Všimnite si, že celková energetická hodnota je uvedená v jouloch a cal (kalóriách). Čo znamená písmeno "k" v jednotkách kJ a kcal? Vypočítajte, koľko joulov sa nachádza v 1 cal.

Pozrite sa na mapu Európy a určite, v ktorých krajinách a mestách pracovali a žili Clausius, Kelvin a Joule.

Nájdite na internete návrhy perpetuum mobile a prediskutujte, prečo nemôžu fungovať.

Experimenty a animácie

Kapitola obsahuje sériu animácií a videí na tému práca a energia. Učiteľ ich môže využiť pri zavádzaní nových pojmov, môže ich použiť aj na opakovanie, alebo jednoducho na udržanie záujmu študentov. Ako bolo uvedené v úvode, animácie môžu slúžiť aj ako východisko pre experimentálnu prácu. V triede môžete so študentami vykonávať experimenty podobné tým, ktoré sú ukázané v animácii. Vo všetkých prípadoch je dôležitá úloha učiteľa, ktorý poskytuje vysvetlenia, dáva pokyny študentom, organizuje experimentálnu prácu alebo kontroluje výsledky samostatnej práce študentov.

Prvá animácia slúži na zobrazenie definície pojmu "práca". Prediskutujte so študentami úlohu gravitačnej sily a sily základne.



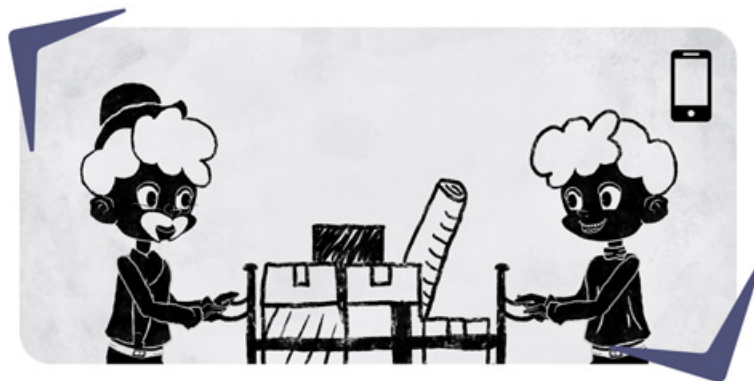
V druhej animácii zdôrazňujeme pôsobenie dvoch síl na pozorované teleso v smere pohybu



V tretej animácii zdôrazňujeme pôsobenie dvoch síl, pôsobiacich v opačných smeroch. V materiáloch pre študentov sú uvedené príklady, kedy sily nie sú rovnobežné so smerom posunu. Prácu ovplyvňujú len zložky síl, ktoré sú rovnobežné s posunom. Matematické vyjadrenie pri výpočte jednotlivých zložiek zahŕňa funkcie uhlov, ktoré sa na základných školách v niektorých krajinách nepreberajú. V tomto prípade sa takéto úlohy riešia kreslením mierky síl a meraním príslušných zložiek síl.



V poslednej animácii, v časti o práci je príklad, kedy sily pôsobia na auto v smere, ktorý nie je rovnobežný so smerom posunu (a pohybu).



Pomocou aplikácie sa po zachytení spúšťača prehrá video hojdania na obrovskej hojdačke. Spolu s videom môžeme hovoriť o premenách energie počas kmitania hojdačky, o vplyve odporu vzduchu a o práci odporu vzduchu. Okrem úloh, súvisiacich s energiou, ktoré sa nachádzajú v materiáloch pre študentov, môžete pokračovať v príklade s úlohou o energii, kde môžete určiť aj to, s akou silou sa zariadenie dostalo do východiskovej polohy pred tým, ako osoby zostúpili (môžete zmerať čas, odhadnúť zmenu výšky a odhadnúť hmotnosť osôb). Diskutujte o ideálnom (čo si nevšímame, čo predpokladáme) a o skutočnom stave.



Odkazy

Bajc, J. (2009). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Brown, D. E. (1989). Students' Concept of Force: The Importance of Understanding Newton's Third Law. *Physics Education* 24(6), 353–358.

Elwan, A. (2007). "Misconception in Physics". *Journal of Arabization, the Arab Centre for Arabization, Translation, Authorship and Publication, Damascus*, 33, 77-103

Laue, M. von. (1983). *Kratka zgodovina fizike*. Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.

Lindsey, B. A., Heron, P. R. L., & Shaffer, P. S. (2009). Student ability to apply the concepts of work and energy to extended systems. *American Journal of Physics*, 77(11), 999–1009. doi:10.1119/1.3183889

Lindsey, B. A., Heron, P. R. L., & Shaffer, P. S. (2012). Student understanding of energy: Difficulties related to systems. *American Journal of Physics*, 80(2), 154–163. doi:10.1119/1.3660661

Liu, G., & Fang, N. (2016). Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 19-29.

Strnad, J. *Razvoj fizike (The Development of Physics)*, DZS, 2003 Strnad, J. *Zgdbbe iz fizike (Stories from physics)*, Slovenska matica, 1990.

Winsconsin Center for Environmental Education (2020), *EnergyConceptionsMisconceptions.pdf* (uwsp.edu), <https://www3.uwsp.edu/cnr-ap/KEEP/Documents/Activities/Energy%20Fact%20Sheets/EnergyConceptionsMisconceptions.pdf>

Student misconceptions about work and energy (19th July, 2021), <https://changphysicsclass.com/2021/07/19/student-misconceptions-about-work-and-energy/sclass.com/2021/07/19/student-misconceptions-about-work-and-energy/>



Tento dokument bol financovaný z Fondu stratégie vnútornej bezpečnosti Európskej únie. Obsah tohto dokumentu predstavuje len názory autorov, ktoré sú v ich výhradnej zodpovednosti. Európska komisia nepreberá žiadnu zodpovednosť za použité informácie, ktoré sú v ňom obsiahnuté.

Projekt AR Physics made for students -
2020-1-SK01-KA201-078391

