

### 13. Téma: Sily

#### 1 Ako sa vyrába statická elektrina?

##### Postup

Plastovým vreckom šúchaj noviny asi 30 sekúnd, pričom sa snaž pritlačiť, ale nie tak, aby si noviny roztrhol. Potom polož do stredu papiera vrchnák z konzervy (kovové viečko) tak, aby si sa v jednom okamihu naraz nedotkol novín aj viečka – viečko môžeš na noviny hodiť, ale nie z veľkej výšky. Za okraje noviny zdvihni a požiadaj kamaráta, aby sa prstom priblížil k vrchnáku.

##### Čo sa deje?

Ak dobre pozoruješ, uvidíš drobnú iskru, ktorá prebehne medzi vrchnákom a kamarátovým prstom.

##### Usmernenie pozorovania

Čo myslíš, čo sa deje pri šúchaní vrecka o papier? Mení sa nejaký povrch papiera alebo vrecka? Ako by si musel zmeniť povrch vrecka alebo novín, aby iskra nepreskočila? Aké podobné situácie si zažil? Čo ti priebeh experimentu pripomenul? Kedy si mal možnosť ucítiť preskočenie iskry z tvojho tela na iný materiál? Aké to boli materiály? Vždy keď sa týchto predmetov dotkneš prebehne iskra?

Myslíš si, že by sa ti experiment podaril, keby si namiesto vrecka použil iný materiál? Aký materiál by si mohol použiť?

##### Pomôcky

plastové vrecko, noviny, kovový vrchnák (viečko)

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Trením vrecka o papier sa vytvára elektrický prúd. Elektrina, ktorá vznikla šúchaním vrecka o papier sa sústredila v kovovom vrchnáku. Iskra statickej elektriny prebehne z predmetu na predmet len pri dotyku.

##### Pomocné informácie

Iskra vzniká vtedy, keď prechádza elektrický náboj medzi dvoma objektmi. Tým, že si šúchal noviny umelým vreckom, vytvoril si statickú elektrinu. Dotyk kamaráta spôsobil prechod elektrického náboja z papiera do nenabitého kovového vrchnáka. Podobný záblesk je možné pozorovať, keď šúchame v papučkách po umelohmotnom koberci a dotkneme sa kľučky alebo je možné počuť pukavý zvuk pri česaní sa hrebeňom (ak sú vlasy suché). Blesk, ktorý vidíme na oblohe počas búrky je veľká iskra, výboj, ktorý prechádza z jedného oblaku na druhý alebo z oblaku na zem.

## 13. Téma: Sily

### 2 Aké výhody má vlnitý plech pred nevlinitým?

#### Postup

Z papiera vyrob harmoniku, začni na začiatku asi pol centimetrovým záhybom. Postupne prehýbaj papier tam a späť, pričom ťa budú viesť predchádzajúce záhyby. Druhý papier obtoč okolo pohára a vytvor valec, ktorý zalepiš páskou. Tak isto aj s tretím papierom. Dve rolky papiera postav vedľa seba asi na 10 cm vzdialenosť a polož na ne harmoniku z papiera. Na harmoniku polož sklený pohár.

Z kartónu si vystrihni pás asi 10 x 30 cm veľký. Obtoč ho okolo okrúhlej nádoby a zlep izolepou. Vytiahni nádobu. Na takto pripravenú rúrku z papiera polož dosku a opatrne sa na ňu postav. Z výkresov pomocou nožníc a lepiacej pásky vytvor rôznym počtom ohybov jedného papiera striešku, trojuholník, štvorec a valec. Každý tvar postav na hranu a pokús sa položiť naň čo najviac kníh.

#### Čo sa deje?

Papier poskladaný na harmoniku udrží pohár.

Valec udrží aj hmotnosť ľudského tela.

Najviac kníh udrží valec.

#### Usmernenie pozorovania

Ako je možné, že poskladaný kancelársky papier udrží takú hmotnosť objektov? Váži predmet rovnako aj keď je uložený na neposkladanom aj na poskladanom papieri? Kde mizne sila – tiaž predmetov, ktoré pokladáme na poskladaný papier, resp., aká sila pôsobila proti tiaži predmetov, ktorá nepôsobila, keď bol papier poskladaný? Zvyšuje sa pevnosť papiera tým, že ho preložíme niekoľkokrát na seba?

Môže sa určitým spôsobom sila znižovať? Ak by si chcel pohnúť s ťažkým predmetom, je jedno akým smerom a na ktoré miesto predmetu budeš tlačiť? Ak tlačíš na teleso rovnakou veľkou silou ale v rôznych smeroch (pod určitým uhlom), pohne sa premet rovnako?

Čím sa líši obyčajný kancelársky papier od vlnkového kartónu? Čo by si musel urobiť s obyčajným papierom, aby si vytvoril taký silný papier, ktorý by udržal toľko, čo kartón? Prečo je kartón vnútri zvlhnený? Prečo sú tam prázdne miesta? Porovnaj štruktúru kartónu s priebehom experimentov. Vedel by si porovnaním štruktúry kartónu a odolnosti rôzne zložených papierov voči tiaži vysvetliť, prečo sa kartón vytvára práve týmto spôsobom?

#### Pomôcky

Kancelársky papier, hrubší vlnkový kartón, nožnice, izolepa, doska, okrúhla nádoba – zaváraninový pohár, výkresy, knihy

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím je materiál viac poskladaný a poprehýbaný, tým má väčšiu pevnosť, udrží väčšiu hmotnosť telesa. Ak pôsobím na papier tiažou telesa kým je uložený vodorovne, je menej odolný ako keď pôsobím rovnakým telesom na papier uložený vertikálne. Ak postavím papier zvislo pôsobí proti mojej hmotnosti tak silno, akoby bol taký hrubý ako je vysoký.

#### Pomocné informácie

Poskladaním papiera pridávame papieru silu. Tiaž predmetov, ktoré pôsobia na papier sa rozkladá a papier tak môže náporu hmotnosti viac odporovať. Už pomerne dávno prišli stavební inžinieri na to, že zvlhnený alebo poskladaný tenký materiál je pevnejší a odolnejší voči ohybu. Sila, ktorú valec získava je kombináciou okrúhleho tvaru a papiera poskladaného na harmoniku (štruktúra vlnkového kartónu). Valec je najpevnejším tvarom preto, lebo hmotnosť položeného telesa je rovnomerne rozmiestnená po celom povrchu papiera. Čím na väčšiu plochu rozložíme hmotnosť telesa, tým väčšiu hmotnosť materiál unesie.

### 13. Téma: Sily

#### 3 Ako neprasknúť krehkú vajecnú škrupinu?

##### Postup

Okolo otvorenej časti štyroch polovičiek vajcových škrupín nalep maskovaciu pásku. Nožničkami obstrihni zubaté časti tak, aby polovičky škrupín sedeli na rovnej podložke a boli približne rovnako vysoké. Polož štyri takto upravené polovičky škrupín do štvorca tesne vedľa seba a postav na ne štvorcovú dosku. Na dosku postupne ukladaj plné konzervy až kým vajcové škrupiny neprasknú.

##### Čo sa deje?

Krehké vajcové škrupiny udržia až neuveriteľné množstvo váhy.

##### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že škrupiny udržia takúto veľkú váhu? Ako je možné, že to dokázali? Čo ak by boli škrupiny výrazne nerovnako vysoké? Fungoval by experiment, ak by boli škrupiny prasknuté? Myslíš si, že je množstvo vajcových škrupín úmerné hmotnosti, ktorú udržia (čím viac škrupín použijeme, tým väčšiu hmotnosť unesú)? Ak by si chcel škrupinu prasknúť, ako by to šlo najjednoduchšie? Udržali by 4 celé vajíčka položené vodorovne rovnako veľké závažie?

##### Pomôcky

4 polovičky vajcových škrupín (radšej väčšie ako je polovica vajíčka), maskovacia páska, nožnice, doska, konzervy (alebo iné závažia ekvivalentnej váhy)

##### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Sila pôsobiaca na vrcholec vajíčka sa rozkladá na celý jeho povrch. Čí je oblúk vyrobený z materiálu špicatejši, tým väčšiu tiaž udrží.

#### Pomocné informácie

Aj keď je vajcová škrupina veľmi krehká, dokáže byť aj veľmi pevná. Pevnosť je v tvare vajcovej škrupiny. Keď na vajcové škrupiny uložíme závažia, sila sa prenáša pozdĺž zakrivených stien na celú podstavu vajcovej škrupiny. Na podobnom princípe sa stavajú stavby s oblúkov a tiež usporiadanie kostnej hmoty v kostiach sa riadi týmito zákonitosťami. Princíp je v rozklade síl. Sila, ktorá pôsobí na vrcholec vajcovej škrupiny sa postupne rozkladá do väčšej plochy a principiálne pôsobí na celý povrch vajíčka. Čím je oblúk špicatejší, tým lepšie sa sila prenáša. Vajíčko je v podstate zaoblené aj keď leží na stole vodorovne, ale pevnosť voči tlaku má v tomto veľmi širokom oblúku malú. Vajíčka veľmi ľahko praskajú pod tlakom pôsobiacim na širšiu časť, ale ťažko pri pôsobení tlaku na vrcholec vajíčka.

## 13. Téma: Sily

### 4 Dá sa merať čas kyvadlom?

#### Postup

Na 120 cm dlhý špagát pripevni kyvadlo a spusti ho z háku alebo z háčku vešiaka. Chyť kyvadlo na jednu stranu a pusti. Počítaj, koľko krát sa vráti kyvadlo tam a späť za jednu minútu. Zopakuj, ale kyvadlo rozkmitaj z väčšej vzdialenosti. Výsledky merania si zapíš. Teraz urob to isté s kyvadlom, ktorého špagát bude mať dĺžku 25, 40 a 97,5 cm. Pri každom meraní si výsledky zapíš – koľko krát sa kyvadlo pohne tam a späť.

#### Čo sa deje?

Keď má kyvadlo dĺžku 97,5 cm, závažie sa kýva tam a späť 60x za minútu.

#### Usmernenie pozorovania

Ak porovnáš množstvo kmitov za minútu vytvorených kyvadlom s určitou dĺžkou špagátu z rôznej výšky, bude množstvo kmitov rovnaké alebo rozdielne? Ako si to vysvetľuješ, predpokladal si to? Ako by si na základe tohto experimentu vedel zostrojiť hodinový strojček?

Je dôležité aké závažie použiješ? Porozmýšľaj o tom, ako by sa kývali dve rovnaké kyvadlá s rôzne ťažkými kyvadlami? Pokús sa vysvetliť, prečo si to tak myslíš? Porovnávaj pri tom rôzne sily pôsobiace na závažie, ktoré visí a ktoré kmitá – pohybuje sa. Ako sa menia tieto sily počas pohybu kyvadla? Pohybuje sa kyvadlo stále rovnakou rýchlosťou počas jedného kmitu?

Malo by kyvadlo rovnaké kmity, keby si závažiu pri rozkmitaní dodával silu (závažie by si nepustil ale hodil)?

#### Pomôcky

závažie (napríklad kľúč; vhodné je mať k dispozícii rôzne závažia), špagát, pravítko alebo iný meter, nožnice, hodinky so sekundovou ručičkou, vešiak, pero, papier

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Množstvo kmitov za minútu závisí len od toho, aká je dĺžka špagátu. Ak chcem, aby jeden kmit kyvadla trval jednu sekundu, musím upraviť len dĺžku špagátu. Závažie vystupuje pri rozkmitaní do rovnakej výšky na jednu aj druhú stranu.

#### Pomocné informácie

Kyvadlo potrebuje rovnaký čas na jeden kmit bez ohľadu na to, akú dĺžku musí závažie prekonať v oblúku alebo ako ťažké je závažie. Množstvo kmitov za minútu závisí od dĺžky špagátu. Čím je špagát dlhší, tým menej kmitov kyvadlo za minútu spraví. S celkom dobrou presnosťou sa dá merať čas pomocou kyvadla s dĺžkou špagátu 97,5 cm – jeden kompletný kmit znamená jednu sekundu.

Rýchlosť pohybu závažia sa v jednom kmite mení v závislosti od miery pôsobenia síl na závažie. Keď závažie spustíme z určitej výšky, jeho pohyb sa zrýchľuje, najrýchlejšie sa pohybuje v bode, ktorý je najbližšie k zemi a potom spomaľuje až do úplného zastavenia. Pri pohybe smerom dolu je pohyb závažia zrýchľovaný úmerne hmotnosti závažia – ťažšie závažia sa dostanú k stredu skôr ako ľahšie. Pri pohybe smerom hore je závažie spomaľované pôsobením gravitačnej sily. Keďže obe sily – ktorá závažie zrýchľuje aj tá, čo ho spomaľuje, majú rovnakú veľkosť, závažie kmitá do rovnakej výšky na jednej aj druhej strane. Postupne však výšku stráca najmä vplyvom odporu vzduchu.

### 13. Téma: Sily

#### 5 Ako funguje kladka?

##### Postup

Podaj každému z dvoch kamarátov násadu od metly a požiadaj ich, aby sa postavili asi na jeden krok od seba. Požiadaj ich, aby oboma rukami držali násady zvislo rovnobežne k sebe. Na horný koniec jednej násad priviaž špagát. Špagát omotávajú okolo oboch násad z vonkajšej strany. Špagát omotaj asi tri krát. Koniec špagátu uchopte do ruky. Požiadaj kamarátov, aby začali ťahať násady od seba čo najväčšou silou. Aj ty ťahaj špagát k sebe.

##### Čo sa deje?

Nezáleží na tom, ako silno tvoji kamaráti ťahajú násady od seba, ty ich dokážeš pritiahnúť celkom ľahko k sebe.

##### Usmernenie pozorovania

Bolo namáhavé ťahať špagát k sebe? Podarilo sa kamarátom odtrhnúť dve násady od seba? Myslíš si, že je dôležité koľko krát obtočíš špagát okolo násad? V čom by bolo iné ťahanie, ak by si obtočil špagát len jeden krát alebo dva krát, resp. veľa krát? Aké sily pôsobia na násady keď ich kamaráti ťahajú od seba a ty ťaháš za špagát? Pokús sa porovnať dĺžku špagátu, ktorú by si musel potiahnuť k sebe, aby si násady pritiahol k sebe s dĺžkou špagátu v prípade, že by si ho omotal okolo násad viac krát alebo menej krát.

##### Pomôcky

dve násady od metly, špagát

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím viac krát je špagát omotaný okolo dvoch násad, tým ťažšie je možné násady od seba vzdialiť. Nie je ani tak dôležitý počet otočiek špagátu okolo násad, ale počet násad, ktoré na obtočenie použijeme. Na pritiahnutie dvoch násad k sebe vynakladám rovnakú silu keď je okolo násad špagát otočený jeden krát alebo mnoho krát, len mi pritiahnutie trvá dlhšie – sila je rozložená na menšie kúsky – musím ťahať väčšiu dĺžku špagátu. Pri ťahaní špagátu nám pomôže vyhrať súťaž trenie.

##### Pomocné informácie

Každý jeden krát, ktorý špagát omotáme okolo násady zväčšujeme vzdialenosť o ktorú je potrebné špagát potiahnuť, aby sme dve násady k sebe pritiahli. Keď potiahneme za špagát, vynakladáme pomerne malú silu, ale musíme ťahať špagát na pomerne veľkú vzdialenosť. Výsledná sila je oveľa väčšia ako sila kamarátov, ktorí vynakladajú na malú vzdialenosť veľkú silu. Tento nástroj sa nazýva dvojité kladka. Princíp sa dá porovnať k použitiu rôznych prevodov na bicykli. Ak nechceme vynakladať na potočenie kolesom veľkú silu, dáme si menší prevod, ale musíme viac krát potočiť, aby sme prešli menšiu vzdialenosť. Ekvivalentne môžeme prejsť tú istú vzdialenosť s použitím väčšieho prevodu, ale naraz musíme vynaložiť väčšiu silu.

### 13. Téma: Sily

#### 6 Je dôležitý aj smer pôsobenia sily alebo len veľkosť sily?

#### Pomôcky

ťažšia kniha, špagát (60 – 90 cm dlhý)

#### Postup

Polož špagát na stôl a do jeho stredu polož knihu. Špagát obtoč okolo knihy pozdĺžne, knihu prevráť a obmotaj aj priečne a v mieste, kde sa špagát kríži urob uzlík. Potom vezmi každý koniec špagátu do jednej ruky a snaž sa špagát vyrovnat'.

#### Čo sa deje?

Špagát nedokážeš narovnať, je jedno, akou veľkou silou sa o to budeš snažiť.

#### Usmernenie pozorovania

Čo si pozoroval pri postupnom narovnávaní špagátu?

Akým smerom pôsobíš na to, aby kniha nespadla keď ju držíš na špagátoch, ktoré postupne od seba odďaľuješ? Ako by si pôsobil na knihu proti spadnutiu, keď by sa ti podarilo špagát narovnať? Porovnaj smer pôsobenia tiaže knihy a sily tvojich rúk. Ak nechceš, aby kniha spadla na zem, akou veľkou silou musíš pôsobiť na knihu a ktorým smerom?

Ako môže výsledok experimentu ovplyvniť dĺžka špagátu?

Ako môže výsledok experimentu ovplyvniť hrúbka a pevnosť špagátu?

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak nechcem, aby kniha spadla na zem, musím na ňu pôsobiť silou, ktorá sa rovná tiaži knihy. Ak mám dve sily, ktoré pôsobia v presne opačnom smere, predmet sa bude pohybovať tým smerom, kde pôsobí väčšia sila. Ak mám dve sily, ktoré pôsobia na dve opačné strany, ale pod určitým uhlom, predmet sa nemusí pohybovať tým smerom, ktorým pôsobí väčšia sila. Čím pod väčším uhlom pôsobíme proti pôsobeniu určitej sily (napríklad tiaži knihy) tým väčšiu silu musíme vynaložiť.

#### Pomocné informácie

Čím viac sa budeš snažiť ruky so špagátom od seba odtiahnuť, tým ťažšia sa ti bude kniha zdať. Čím väčší bude uhol medzi špagátmi, ktoré držíš v rukách, tým viac sily budeš potrebovať, aby si knihu udržal. Na to, aby si dosiahol uhol 180° budeš potrebovať veľmi veľa sily a to sa skôr roztrhne špagát. Kniha sa zdá ťažšia, ale pritom váži stále rovnako. Smerom dolu ju priťahuje gravitačná sila, kniha kladie odpor svojou tiažou. Ak pôsobíme rovnako veľkou silou ako je tiaž knihy opačným smerom, kniha nespadne. Ak je smer pôsobenia v určitom uhle k pôsobeniu tiaže (nie je presne opačný), potrebujeme vynakladať väčšiu silu ako je tiaž knihy. Tento vzťah je úmerný, čím väčší je uhol pôsobenia proti tiaži knihy väčší, tým väčšiu silu musíme vynaložiť. Principiálne ak chceme pôsobiť proti vertikálnemu pôsobeniu tiaže horizontálnou silou, knihu neudržíme, pretože táto sila nepôsobí proti tiaži knihy.

### 13. Téma: Sily

#### 7 Prečo sa niektoré roztočené tvary točia dlhšie a iné kratšie?

##### Postup

Z kartónu vystrihni vlastný nepravidelný tvar a vymaľuj ho podľa vlastnej fantázie. Na tri okraje (rovnomerne vzdialené od seba) nakresli bodky, zapichni špendlík a zaves naň na šnúrke zavesený klinec. Pozdĺž šnúrky nakresli čiaru. Zopakuj so všetkými tromi bodkami. Tam, kde sa čiary preťali zapichni špendlík a roztoč na ňom tvar, ktorý si pripravil.

##### Čo sa deje?

Kartónový tvar sa rovnomerne točí a vždy zastaví na inom mieste.

##### Usmernenie pozorovania

Podarilo sa ti vytvoriť priesečník troch priamok na akomkoľvek tvare, ktorý si vyrobil? Čo myslíš, aký rozdiel by bol v točení predmetu na bode, ktorý by bol nižšie alebo vyššie od vytvoreného bodu? Premýšľaj hlavne o rýchlosti a pravidelnosti točenia, o dĺžke točenia sa predmetu a o silách, ktoré pri točení na predmet pôsobia v jednotlivých fázach otočky.

##### Pomôcky

kartón, nožnice, fixky alebo iné farby na dekoráciu, špendlík, niť, nožnice

##### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Od bodu, ktorý vytvoríme preťatím troch rôznych priamok sa na všetky strany nachádza približne rovnaká hmotnosť tvaru. Aj nepravidelné tvary sa točia rovnako ako pravidelné, ak sa točia vo svojom centre gravitácie. Ak točíme tvar mimo jeho centra gravitácie, točenie je nepravidelné (v určitých chvíľach zrýchľuje a v určitých spomaľuje) a predmet zastane skôr ako keby sa točil v centre gravitácie.

#### Pomocné informácie

Bod, v ktorom sa preťali všetky tri čiary je centrum gravitácie vyrobeného tvaru. Ak zavesíte tvar v ktoromkoľvek inom mieste, tvar nebude v rovnováhe, točiť sa bude nerovnomerne a zastaví vždy v rovnakej polohe, v ktorej je vždy centrum gravitácie pod miestom, na ktorom je tvar zavesený. Niekedy sa môžu čiary preťať mimo tvaru. Vtedy nie je možné experiment realizovať, je potrebné vytvoriť iný tvar. Ak centrom gravitácie vedieme akúkoľvek priamku, ktorá rozdelí tvar na dve časti, hmotnosť oboch častí by mala byť zhodná. Ak je tvar roztočený v bode, ktoré nie je centrom jeho gravitácie, točí sa kratšie ako tvar, ktorý je roztočený rovnako veľkou silou ale v bode jeho gravitácie.

### 13. Téma: Sily

#### 8 Aká sila spôsobí pohyb bublín nad zelektrozovaným plastovým hrebeňom?

##### Postup

Niekoľkokrát pošúchaj plastový hrebeň po flaneli alebo vlne. Vypusti z bublifuku niekoľko bublín ponad látku a nechaj ich prisadnúť. Potom sa k nim priblíž hrebeňom.

##### Čo sa deje?

Každá bublina akoby tancovala, pohybuje sa v blízkosti zelektrozovaného hrebeňa hore a dolu.

##### Usmernenie pozorovania

Sledoval si pozorne pohyb bubliny? Ako letela ponad látku? Ako sa menil jej pohyb po priblížení hrebeňa? Aké sily pôsobili na bublinu od jej vyfúknutia až po prasknutie? Ako si vysvetľuješ pohyby bubliny medzi látkou a hrebeňom? Ako to môže súvisieť s počiatočným šúchaním hrebeňa o látku? Ako by prebiehal experiment, keby si látku šúchal jedným hrebeňom a potom používal v experimente pošúchanú látku a iný hrebeň?

##### Pomôcky

hrebeň (plastový), kúsok flanelu alebo vlny, bublifuk

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Šúchaním hrebeňa o látku sa hrebeň nabil opačným nábojom ako látka. Bublina je dostatočne ľahká na to, aby bola pritiahnutá nábojom, ktorý vzniká pri šúchaní hrebeňa o látku.

##### Pomocné informácie

Pri experimente využívame statickú elektrinu – elektrinu vytvorenú trením telies. Šúchaním hrebeňa o látku sa nabil statickou elektrinou – niektoré elektróny sa z povrchových atómov dostali z jedného materiálu na druhý. Výsledkom je, že z dvoch pôvodne neutrálnych materiálov sa stáva jeden materiál s nadbytkom elektrónov a druhý s nedostatkom. Keďže elektróny sú nositeľmi záporného náboja, jeden predmet je nabitý kladne (s nedostatkom elektrónov) a druhý záporne (s nadbytkom elektrónov). Dva elektrické náboje, ktoré nemajú rovnaký charakter (kladný, resp. záporný) sa vzájomne priťahujú (kladný so záporným), elektrické náboje s rovnakým charakterom sa navzájom odpudzujú (kladný s kladným; záporný so záporným). Nabitý hrebeň priťahuje bubliny. Bublina sa od hrebeňa nabíja rovnakým nábojom a tým sú odpudzované preč. Na podklad klesajú pôsobením gravitačnej sily, postupne sa vybijajú a keď sa dotknú hrebeňa, proces sa opakuje. Pri výmene určitého počtu elektrónov – čo je v podstate elektrický prúd je možné pozorovať elektrický výboj. Čím je vymieňaných elektrónov viac, tým zjavnejší je výboj, ktorý môže byť sprevádzaný svetelným efektom. Ak sa vymieňa len malé množstvo elektrónov a to priamym dotykom, výboj nie je možné pozorovať.



## 13. Téma: Sily

### 9 Čo v skutočnosti meriame na váhach?

#### Postup

Z tvrdej kartónovej škatuľky odstráň vrchnú časť tak, aby si získal misku. Do stredu dvoch protiľahlých strán urob dierky asi 2 cm od vrchného (otvoreného) okraja. Cez okraje prevleč špagát a konce zviaž, aby si získal držadlo. Držadlo prevleč cez väčšiu kancelársku spinku. Opačnú stranu kancelárskej spinky zaves na silnejšiu gumičku. Pomocou plastelíny upevni pravítko do zvislej polohy tak, aby jeho nulová hodnota bola hore. Požiadať kamaráta, aby podržal pripravenú váhu tak, aby dno nádoby bolo v jednej rovine s nulou na pravítku. Do misky váh vlož rôzne predmety a sleduj o koľko sa miska posunie dolu. Na pravítku odčítaj hodnoty a zapíš si ich.

#### Čo sa deje?

Tvoja po domácky vyrobená váha ukazuje rôzne veľkú váhu predmetov, ktoré do nej vkladáš. Materiál tlačí na misku váh a tlačí ju dolu. Čím je hmotnosť nákladu väčšia, tým vyššiu hodnotu odmeriaš na pravítku.

#### Usmernenie pozorovania

Myslíš si, že by si nameral rovnako veľké hodnoty použitím rôznych gumičiek? Vieš povedať, koľko vážia jednotlivé predmety v gramoch? Ak áno, ako by si to vedel? Ak nie, vedel by si povedať, ktoré predmety sú ťažšie a ktoré nie? Ak by si sa zamyslel, zistil by si, čo (akú veličinu) si meral? Čo ak by si na váhy dal niečo veľmi ľahké ako napríklad pierko, nameral by si jeho hmotnosť? Čo ti z toho vyplýva? Je možné merať priamo silu alebo sa vždy meria nejaký prejav sily? Vedel by si uviesť príklady váh, ktoré merajú niečo iné? Predstav si rôzne druhy váh a skús zistiť, čo (akú veličinu) merajú?

#### Pomôcky

kartónová škatuľka (veľká asi do 15 cm), špagát, nožnice, kancelárska spinka, silnejšia gumička, rôzne predmety na váženie (napríklad kamene, suchá fazuľa, kľúče a pod.), pravítko (asi 30 cm), plastelína

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím väčšou silou na gumičku pôsobíme, tým viac sa natiahne; ťažšie telesá majú väčšiu silu. Čím mäkkšiu gumičku použijem, tým je meranie presnejšie. Rôzne váhy merajú prejav sily ťažkého telesa na rôznych predmetoch (natiahnutie gumičky, stlačenie alebo natiahnutie struny, nahnutie páky a pod.).

#### Pomocné informácie

Zem prejavuje silu, ktorou ťahá všetky predmety do svojho stredu. Čím je predmet ťažší (má vyššiu hustotu), tým väčšiu silu Zem vynakladá na priťahovanie predmetu. Aj na predmety v kartónovej miske váh pôsobí zemská príťažlivosť. Sila sa prejaví natiahnutím gumičky, na ktorej miska váh visí. Čím viac sa natiahne, tým ťažší predmet sa v miske nachádza.

Ak by gumička nekládla vôbec žiaden odpor, zistili by sme, že všetky predmety bez ohľadu na ich hmotnosť by spadli dolu. Keďže gumička kladie odpor proti ťaženiu, závisí veľkosť jej natiahnutia od sily, ktorou na ňu pôsobíme. Na takto zostrojených váhach meriame prekonanie odporovej sily gumičky silou vkladaneho predmetu. Z uvedeného je zrejmé, že veľkosť nameranej hmotnosti je relatívna – vzťahuje sa na schopnosť gumičky klásť (neklásť) odpor pôsobiacej sile.

### 13. Téma: Sily

#### 10 Aké sily pôsobia na pohybujúce sa telesá?

##### Postup

Do plechovky (resp. kartónovej nádoby) prilep z vnútornej strany kus plastelíny. Na vrchnej časti nádoby označ miesto, kde si vo vnútri plastelínu prilepil. Plastelínu je potrebné nalepiť do stredu nádoby, rovnako ďaleko od dna aj vrchnáku nádoby. Z dvoch kníh si vytvor šikmú plochu. Pripravenú plechovku polož neďaleko dolného okraja tak, aby označenie, ktoré si na plechovke vyrobil bolo bližšie k vyššie položenému miestu na naklonenej rovine. Skúšaj niekoľko krát.

##### Čo sa deje?

Aj keď sa ti to možno nepodarí na prvý krát, plechovku je možné umiestniť na naklonenú rovinu tak, že sa bude aspoň chvíľu kotúľať hore brehom.

##### Usmernenie pozorovania

Vedel by si vysvetliť, prečo sa plechovka kotúľala hore brehom? Pokús sa vysvetliť aj to, prečo len kúsok a prečo sa potom kotúľala smerom dolu. Aký bol pohyb plechovky kotúľajúcej sa dolu brehom? Porovnaj tento pohyb s pohybom plechovky, ktorá v sebe nemá plastelínu. Ako by sa kotúľala plechovka, v ktorej by síce bola plastelína, ale nie pripevnená, len voľne vložená do plechovky? Porozmýšľaj, ako pôsobí gravitačná sila na plechovku s plastelínou na rovnej ploche. Popremýšľaj o rôznych polohách plechovky a skúmaj, kedy a prečo sa hýbe a kedy a prečo sa nehýbe.

##### Pomôcky

plechovka s otvárateľným dnom alebo kartónová okrúhla nádoba s vrchnákom, plastelína, fixka, dve knihy

##### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

To, či sa bude plechovka pohybovať smerom hore alebo dolu závisí od veľkosti plastelíny, šikmosti naklonenej roviny a od počiatkovej pozície plastelíny v plechovke. Predmety, ktoré stoja sa snažia dostať do takej polohy, aby bolo čo najviac hmotnosti sústredenej dolu. Predmety sa pohybujú, keď nie sú vyvážené alebo keď na ne pôsobí nejaká sila.

#### Pomocné informácie

Všetky predmety sú priťahované do stredu zeme konštantnou silou, ktorú nazývame gravitácia. Predmety, ktoré sú v rovnováhe s gravitačnou silou sa nepohybujú (akoby všetka hmotnosť predmetu bola sústredená v bode, na ktorom je predmet položený). Plastelína prilepená vo vnútri plechovky bola dostatočne ťažká na to, aby pohla celou plechovkou, teda aby zmenila „centrum gravitácie“ samotnej plechovky. Plechovka s plastelínou sa potom pohybuje smerom, ktorý určuje gravitačná sila pôsobiaca na plastelínu.

Smer pohybu plechovky s plastelínou je určený výslednicou síl, ktoré na ňu pôsobia. Na plechovku pôsobí gravitačná sila smerom dolu. Keďže plechovka leží na nepoddajnej naklonenej rovine, bez plastelíny by sa hýbala smerom dolu, pričom vplyvom svojej hmotnosti by zrýchľovala. Ak je však plechovka nevyvážená, pohyb sa môže zmeniť. Stačí si to predstaviť tak, že plastelína je samostatný objekt vo vnútri plechovky. Na plastelínu tiež pôsobí gravitačná sila a plastelína sa jej pôsobením aj pohybuje. Ak by nebola pripevnená na plechovku, padala by smerom dolu, keďže je však pripevnená k plechovke, tá mení smer jej pohybu a to tak, že padá šikmo dolu (spôsobené je to točením plechovky). Ak by sa mala plechovka pohybovať smerom dolu, plastelína by musela najskôr vystúpiť v plechovke smerom hore, ak je samotná plechovka dostatočne ťažká, tak sa tak udeje, ak je však plastelína ťažšia, udáva smer pohybu ona a plechovka sa kotúľa smerom hore, až kým sa plastelína nedostane do miesta, kde sa plechovka dotýka šikmej plochy.

### 13. Téma: Sily

#### 11 Ako pôsobí magnetická sila na magnetické predmety?

#### Pomôcky

špendlík, magnet, nitka (15 cm)

#### Postup

K nitke priviaž špendlík. Opačný koniec nitky pridrž prstom o stôl alebo ho prilep lepiacou páskou. Špendlík pritiahni magnetom tak, aby bola nitka vzpriamená. Odtiahni magnet na malú vzdialenosť od špendlíka a rob z magnetom kružnice. Sleduj špendlík. Ak máš slabý magnet, odtiahni magnet len na veľmi malú vzdialenosť. Vyskúšaj rôzne magnety.

#### Čo sa deje?

Špendlík aj nitka tancujú pod magnetom bez toho, aby sa ho dotkli. Špendlík presne kopíruje tvoje pohyby magnetom.

#### Usmernenie pozorovania

Ako si vysvetľuješ pozorované? Čo by sa stalo, keby si medzi magnet a spinku umiestnil napríklad papier, pravítko, drevko alebo iný predmet? Pôsobí magnetická sila aj cez predmety? Pôsobí cez všetky predmety? Zmenšuje sa veľkosť sily, keď medzi magnet a priťahovaný predmet vkladáme predmety? Prečo sa spinka neprilepí k magnetu, čo jej v tom bráni? Kedy spinka spadne na stôl? Aké rôzne sily pôsobia na spinku, ktorá visí vo vzduchu medzi stolom a magnetom na nitke?

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Magnetická sila pôsobí na určitú vzdialenosť. Niektoré magnety sú silnejšie a iné slabšie, veľkosť ich sily nezávisí od veľkosti. Magnetická sila pôsobí aj cez predmety. Magnetická sila sa nezmenšuje vkladáním predmetov medzi magnet a priťahovaný predmet.

#### Pomocné informácie

Magnetická sila pôsobí na špendlík aj keď sa ho nedotýka, čo znamená, že magnetická sila pôsobí aj v okolí magnetu, môže pôsobiť cez vzduch a aj cez predmety. Veľkosť magnetickej sily sa nezmenšuje vkladáním predmetov medzi magnet a magnetický, priťahovaný objekt nezmenšuje. Veľkosť pôsobenia sa zmenšuje len vzdialenosťou od magnetu. Čím je magnet silnejší, tým do väčšej vzdialenosti pôsobí.

Spinka je udržovaná od magnetu potenciálnou energiou nitky. Keď sa spinka nachádza vo vzduchu, pôsobí na ňu magnetická sila, ktorá je väčšia ako tiaž spinky (prejav gravitačnej sily). Ak magnet vzdialíme tak, že sa spinka nachádza v magnetickom poli s menšou magneticou silou ako je gravitačná sila magnetu, tak dáva spinku do pohybu gravitačná sila a spadne.

### 13. Téma: Sily

#### 12 Ako funguje kompas?

##### Postup

Zmagnetizuj ihlu pomocou magnetu: šúchaj magnet o ihlu asi 50 krát. Dávaj pozor na to, aby si šúchal len polovicu ihly a len smerom od stredu k okraju. Po každom pohybe smerom od stredu von odtiahni magnet od ihly. Keď dokončíš jednu stranu ihly, zopakuj magnetizovanie aj na druhej strane ihly, ale opačným pólom magnetu. Znovu šúchaj ihlu magnetom od stredu k okraju (ihlu je možné zmagnetizovať aj jednoduchým trením jednou stranou magnetu, zmagnetizovanie je však porovnateľne slabšie a výsledný efekt kompasu nie je tak zaujímavý).

Z voskového papiera vystrihni kruh s priemerom asi 2,5 cm (závisí od veľkosti ihly). Do pohára nalej vodu a postav ho na stôl. Ihlu zapichni do voskového papiera. Papier s ihlou polož na do stredu hladiny vody v pohári. Vhodné je, ak je pohár naplnený vodou až celkom doplna. Voda v pohári vtedy vytvorí miernu vypuklinu a papier s ihlou má tendenciu zotrvať v strede pohára a nedotýkať sa stien. Pokús sa papier s ihlou otočiť a sleduj, čo sa bude diať (namiesto voskového papiera je možné použiť tenký odrezok z korkovej zátky a ihlu naň položiť).

Pre kontrolu zopakuj experiment aj s ihlou, ktorá nie je zmagnetizovaná. Výsledky pozorovania porovnaj. Dávaj pozor, aby sa v blízkosti zostrojeného kompasu nenachádzal žiaden magnet a ani väčšie zmagnetizované teleso.

##### Čo sa deje?

Ihla sa vždy otočí stále do rovnakej polohy, nezáleží na tom, koľkokrát a ktorým smerom papier s ihlou otočíme.

##### Usmernenie pozorovania

Aká sila točí ihlou na papieri? Prečo sa ihla v blízkosti magnetu otočí inak? Otáčajú sa všetky zmagnetizované ihly rovnako? Čo myslíš, zistil by si nejaký rozdiel v otáčaní pri použití rôzne veľkých ihli? Zistil by si rozdiel, keby si ihlu viac alebo menej zmagnetizoval? Aký význam má v zostrojenej sústave voda? Bolo by možné namiesto vody použiť niečo iné? Aké vlastnosti by musela mať nahradzujúca látka? Prečo sa ihla neotáča, keď leží na stole? Dokázal by si pritiahnúť ihlu ktoroukoľvek stranou magnetu?

##### Pomôcky

širší pohár, voda, voskový papier, nožnice, ihla, magnet s vyznačenými pólmi (podkovový)

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Zmagnetizované predmety sa správajú ako magnety. Zmagnetizované predmety sa otáčajú v smere určenom magnetickým polom Zeme. Magnety a zmagnetizované predmety sa otočia v smere sever – juh len vtedy, ak im to trenie o podklad povolí.

##### Pomocné informácie

Ihla, ktorá pláva na vode reaguje na magnetické pole zeme. Magnetický severný pól je takmer totožný s geografickým, preto je možné na určenie severu použiť zmagnetizovanú ihlu. Ihlu pokladáme na vodu z dôvodu umožnenia pohybu ihly. Ak by sme ihlu položili na stôl, trecia sila by zamedzila pohybu ihly v smere magnetického pôsobenia zeme. Čím je ihla viac zmagnetizovaná, tým rýchlejšie reaguje na vplyv magnetického poľa zeme. Čím je menšia (ľahšia), tým lepšie sa môže pohybovať, ak však má pohnúť aj papierom, na ktorom leží, musí byť adekvátne silná (zmagnetizovaná).

### 13. Téma: Sily

#### 13 Ako funguje triedenie mincí v automate na kávu?

##### Postup

Dve knihy polož na seba a pomocou tretej vytvor naklonenú rovinu. Tyčový magnet polož do stredu šikmej roviny. Postupne kotúľaj po hrane dolu naklonenou rovinou mince rôzneho tvaru a veľkosti. Potom pusti namiesto mince podložku pod maticu.

Skúmanie zopakuj s rôznymi magnetmi.

##### Čo sa deje?

Kým mince sa prekotúľajú okolo magnetu bez povšimnutia, všetky podložky sú magnetom priťahované.

##### Usmernenie pozorovania

Ktoré mince sa okolo magnetu prekotúľali? Čo myslíš, prečo? Aký je rozdiel medzi tými, ktoré sa zachytili a tými, ktoré sa kotúľali ďalej? Čo sa stalo pri použití slabšieho magnetu? Ako by si zostrojil mechanizmus na triedenie magnetických a nemagnetických predmetov aj s použitím slabšieho magnetu? Pritiahne slabší magnet v pokoji tie predmety, ktoré keď sa kotúľali nepritiahol?

##### Pomôcky

tri knihy (aspoň jedna s tvrdým obalom), tyčový magnet (hranatý, nie okrúhly), menšie magnety, podložky pod maticu, mince rôznej hodnoty (všetky platné, nie suveníry a pod.)

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Všetky mince sa vyrábajú z nemagnetického materiálu. Nemagnetický materiál neobsahuje železo. Magnetické mince od nemagnetických sa dajú triediť len dostatočne silným magnetom.

##### Pomocné informácie

Magnet pritiahol podložky pod maticu pretože sú vyrobené zo železa alebo z ocele. Magnet nepriťahuje mince, pretože tie sú vyrobené zo zliatin kovov, ktoré magnet nepriťahuje. Zvyčajne ide o zmes hliníka a medi. Keďže sa takto dajú hodnotné mince oddeliť od podobných železných predmetov, využíva sa tento princíp na odchyťovanie nežiadúcich predmetov, ktoré niektorí ľudia hádžu do rôznych druhov automatov namiesto mincí.

### 13. Téma: Sily

#### 14 Aký má tvar magnetické pole magnetu?

##### Postup

Nad papierom pomocou starých nožníc nastrihaj oceľovú vlnu na drobné kúsky. Tyčový magnet polož na stôl a prikry ho bielym papierom. Získané železné stružliny jemne roztrús po papieri. Potom jemne búchaj do stola alebo s ním jemne tras. Sleduj ako sa stružliny pohybujú a lupou pozoruj detaily vznikajúceho obrazu. Opatrne môžeš ešte piliny prisýpať, hlavne na tie miesta, na ktorých sa vytvorili zhluky. Magnetom jemne pod papierom pohybuj, aby sa drobné kúsky mohli vzájomne lepšie usporiadať.

Vyskúšaj s inými magnetmi (rôznych tvarov).

##### Čo sa deje?

Drobné kúsky oceľovej vlny sa sústredili do sústredných čiar okolo magnetu.

##### Usmernenie pozorovania

Ako si vysvetľuješ usporiadanie železných pilín? Prečo je na niektorých miestach pilín viac a na iných menej? Zistil si nejaké rozdiely v usporiadaní pilín pri použití rôznych magnetov? Vedel by si nájsť nejakú súvislosť medzi miestami na magnete nad ktorými sa nezokupovali piliny a silou, akou magnet priťahuje k sebe magnetické predmety? Má magnet na sebe nejaké miesto, ktoré sa magneticky neprejavuje (nepriťahuje ním magnetické predmety)?

##### Pomôcky

oceľová vlna (napríklad oceľová škrabka na riad), staré nožnice, dva hárky papiera, tyčový magnet, lupa, iné magnety (z cievky, reproduktora, z magnetiek, hračiek a pod.)

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Kúsky železa sú priťahované intenzívnejšie tam, kde je sila magnetu väčšia. Najsilnejší je magnet na póloch. Pomerne slabý je magnet medzi pólmi, najslabší v mieste stretu dvoch pólů (v polovici magnetu). Niektoré magnety sú vyrobené tak, aby mali najväčšiu plochu na póloch (napr. magnet z cievky) a iné tak, aby mali na póloch malú plochu (tyčový magnet).

##### Pomocné informácie

Drobné kúsky oceľovej vlny sa sústredili okolo čiar, ktoré nazývame silové pole magnetu. Tieto čiary znázorňujú smer pôsobenia magnetu. Ak si lupou prezrieme drobné kúsky vlny vidíme, že podlhovasté kúsky sú nasmerované vodorovne k silovým čiarom. Najviac kúskov oceľovej vlny sa sústredilo okolo pólů magnetu, kde má magnetická sila najväčšiu veľkosť a vytvorili tu kopce s naznačeným smerovaním do všetkých strán.

Podobné magnetické pole sa nachádza v okolí Zeme. Keďže zem je akoby jedným veľkým magnetom, všetky oceľové a železné predmety na jeho povrchu sa správajú týmto spôsobom, ak pri pohybe nebráni väčšia sila (napríklad gravitačná a pod.).

### 13. Téma: Sily

#### 15 Aké rôzne sily pôsobia na padajúce telesá?

##### Postup

Z papiera vystrihni krúžok rovnakej veľkosti ako minca. Mincu chyt' do jednej ruky a papierový krúžok do druhej a podrž ich asi 90 cm nad stolom. V tom istom momente ich pusti a sleduj ako budú padať.

Vezmi mincu a papierový krúžok k nej zvrchu prilož. Mincu s papierovým krúžkom drž za okraj. Znovu spusti mincu asi z metrovej výšky na stôl. Sleduj dráhu padania mince a papierového krúžku.

##### Čo sa deje?

V prvom prípade spadne kovová minca na stôl prvá, pričom jej dráha je priamočiara. Papierový krúžok padá pomalšie a jeho dráha nie je priamočiara.

##### Usmernenie pozorovania

Popremýšľaj, aká sila spomaľuje pád papierovej mince. Pomôže ti v premýšľaní zdôvodnenie, prečo si myslíš, že minca nepadá rovnako priamočiara ako kovová minca. Čím sa tieto dve mince odlišujú? Čo sa deje, keď ich priložíme k sebe? Ako by kovová minca padala napríklad vo vode alebo v hustom sirupe? Kedy by kovová a papierová minca padli rovnako rýchlo a rovnakým spôsobom?

##### Pomôcky

papier, nožnice, minca

##### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Na padajúce predmety pôsobí okrem gravitačnej sily vždy aj tlak vzduchu; ak je predmet dostatočne ťažký, prekonáva tlak vzduchu pôsobiaci všetkými smermi; ak je však ľahký, tlak vzduchu sa prejaví na spomalenom páde. Ak chceme zrýchliť pád telesa, musíme mu umožniť lepšie prekonať odpor vzduchu (tlak vzduchu), napríklad zvýšením hmotnosti. Vo vákuu by papierová aj kovová minca padli rovnako rýchlo, pretože by tu nepôsobil vzduchu. Predmety sa vo vzduchu pohybujú tak, aby prekonávali čo najmenší odpor.

#### Pomocné informácie

Kovová minca je dostatočne ťažká na to, aby nebola rušená pri páde tlakom vzduchu, takže jej dráha je riadená gravitačným pôsobením. Papierový krúžok má rovnako veľký povrch ako minca, ale je oveľa ľahšia, preto na ňu môže pôsobiť pri páde okrem gravitácie aj tlak vzduchu, ktorý pôsobí na mincu všetkými smermi.

Ak papierový krúžok priložíme k minci a medzi papier a mincu sa nedostane vzduch, hmotnosti oboch telies sa sčítavajú a pôsobí na ne hlavne gravitačná sila, pričom pôsobenie tlaku vzduchu zo spodnej strany mince je minimálne, vzhľadom na veľkú hmotnosť padajúceho telesa.

### 13. Téma: Sily

#### 16 Čo všetko vplýva na spôsob pohybu a pádu telies?

Pomôcky  
pohár, minca

##### Postup

Položte mincu na okraj pohára tak, aby bola v rovnováhe. Fúknite silno zo strany do mince. Pravdepodobne vám padne do pohára. Musíte to skúsiť znovu. Fúkajte priamo na okraj mince, nie nad a ani pod. Nefúkajte príliš zblízka, fúkajte silno a bez prestania.

Schéma

##### Čo sa deje?

Minca sa začne pohybovať po okraji pohára až dosiahne opačnú stranu a spadne.

##### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že minca spadne do pohára? Prečo si to tak predpokladal? Popremýšľaj, aké sily pôsobia na mincu, keď je v rovnováhe na okraji pohára. Zváž, aký je rozdiel v tom, keď fúkneš silno a rýchlo do mince a keď fúkneš slabšie a rovnomernejšie. Porovnaj aj spôsob fúkania rovnobežne s mincou alebo šikmo na povrch mince. Popremýšľaj, čo sa deje so vzduchom v pohári.

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Zvýšený tlak vzduchu (v dôsledku prúdenia ponad mincu) vo vnútri pohára pôsobí opačne ako sila, ktorá chce sfúknuť mincu do pohára. Sila, ktorá drží mincu na pohári je príľnavosť dvoch tvrdých látok.

##### Pomocné informácie

Na mincu, ktorá je uložená na okraji pohára pôsobí gravitačná sila a tlak vzduchu. Okrem toho má tendenciu zotrvať v pokoji. Minca je dostatočne ľahká na to, aby ste ňou pôsobením silného prúdu vzduchu pohli. Minca sa pohne tým smerom, ktorým na ňu pôsobíme prúdom vzduchu a okrem toho na mincu pôsobí aj tlak vzduchu, pričom výsledkom tohto pôsobenia je, že sa minca pohybuje po okraji pohára. Ak si predstavíme, že vzduch prúdi ponad mincu do pohára, ktorý je plný vzduchu, minca je čiastočne z pohára vytláčaná jemným pretlakom vzduchu. Nespadne však mimo pohára, pretože z opačnej strany pôsobí rovnako silný tlak prúdiaceho vzduchu.



### 13. Téma: Sily

#### 17 Ako sa nenapiť zo slamky

##### Postup

Do fľaše s úzkym hrdlom nalej vodu a vlož slamku. Pomocou plastelíny pripevni slamku k hrdlu tak, aby sa do fľaše nedostal vzduch. Pre výsledok experimentu je to veľmi dôležité, preto je potrebné, aby si tesnenie dobre zabezpečil.

Pokús sa napiť cez slamku tak, ako to zvyčajne robievaš. Nesmieš ústa od slamky odtrhnúť, napi sa na jeden nádych.

##### Čo sa deje?

Zo slamky sa ti podarí dostať len veľmi málo vody, alebo žiadnu.

##### Usmernenie pozorovania

Čo by sa stalo, keby nebola fľaša sklená ale umelohmotná, resp. keby bola fľaša z ohybného, tvarovateľného materiálu? Čo sa deje vo fľaši pri vyťahovaní vzduchu cez slamku? Aké rôzne sily vo fľaši a okolo fľaše pôsobia? Ako sa tieto sily menia pri vyťahovaní vody z fľaše cez slamku? Čo by si musel s fľašou urobiť, aby sa z nej dalo znovu napiť vody bez toho, že by si musel cez slamku dnu púšťať vzduch? Akým spôsobom by si napríklad vedel cez slamku vytlačiť vodu von?

##### Pomôcky

sklená fľaška (asi 0,5 litra), slamka, plastelína, nožnice, voda (alebo malinovka)

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Slamka funguje vtedy, keď má hladina vody kontakt s okolitým vzduchom. Cez slamku sa nedá napiť, pretože vo fľaši vzniká podtlak. Ak cez slamku napustíme do fľaše znovu vzduch, dá sa znovu trochu vody cez slamku vytiahnuť.

##### Pomocné informácie

Cez slamku môžeme piť vďaka tomu, že ťahaním cez slamku znižujeme tlak vzduchu v slamke, pričom tlak vzduchu nad vodou v nádobe je vyšší a tlačí vodu do slamky. V našom prípade sme zamedzili prístup vzduchu k povrchu vody vo fľaške a preto nemôže vyšší tlak vytlačiť vodu do slamky a slamka nefunguje. Voda sa do slamky dostáva v dôsledku toho, že je tlačaná relatívne vyšším tlakom (k pomere k tomu, ktorý vytvárame nad vodou v slamke) pôsobiacim na povrchu hladiny vody vo fľaši. Ak fľašu uzavrieme a necháme len jeden vývod cez slamku a nejakým spôsobom vonku znížime tlak vzduchu, voda v slamke sama vystúpi vyššie. Platí to aj naopak, ak zvýšime tlak vo vnútri fľaši (napríklad zahrievaním), hladina vystúpi.

### 13. Téma: Sily

#### 18 Ako využiť tlak vzduchu na pohyb telies?

##### Postup

Polož fľašu nabok na okraj stola a upevni ju tak, aby sa nekotúlala zo strany na stranu. Z kúska papiera vyrob malú guľôčku veľkosti hrachu. Guľôčku vlož do ústia fľaše. Fúkaj priamo do fľaše asi zo vzdialenosti 5 cm tak, akoby si chcel guľôčku dostať ďalej dovnútra.

##### Čo sa deje?

Namiesto toho, aby sa guľôčka dostávala ďalej do fľaše, zdá sa, akoby chcela z fľaše vypadnúť. Podľa spôsobu a sily fúkania, niekedy z fľaše aj vyletí.

##### Usmernenie pozorovania

Ako si vysvetľuješ, že sa guľôčka dostala von? Aká sila ju vytlačila von? V akom prípade by sa guľôčka dostala do fľaše? Môžeš porovnávať aj rôzne spôsoby fúkania. Premýšľaj, ako vzduch prúdi na, cez, okolo guľôčky a čo sa s ním deje vo fľaši. Popremýšľaj aj o tom, aký môže mať efekt fúkanie z blízka, z väčšej vzdialenosti, čo by sa stalo, keby si fúkal slamkou priamo na guľôčku, čo by sa stalo, keby si fúkal do celého ústia fľaše a podobne. Stále premýšľaj o tom, čo sa deje so vzduchom mimo a vo fľaši. Čo by sa stalo, keby si experiment robil s deravou fľašou? Ako by sa ti daril experiment s inými predmetmi, napríklad väčšími, ťažšími a pod.? Aký rozdiel by si zistil pri použití fľaše so širším hrdlom alebo naopak s užším hrdlom?

##### Pomôcky

sklená fľaša, papier

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak vzduch prúdi ponad guľôčku dnu do fľaše, guľôčka vypadne. Ak vzduch prúdi len na guľôčku a zvyšný vzduch môže prúdiť von, guľôčka padne do fľaše. Guľôčku vytlačil von z fľaše zvýšený tlak vzduchu vytvorený natlačením vzduchu fúkaním. Čím je hrdlo širšie, tým ľahšie sa guľôčka dostane do fľaše. Čím z väčšej vzdialenosti fúkame, tým ľahšie sa guľôčka dostane do fľaše.

##### Pomocné informácie

Rýchlo sa pohybujúci vzduch prúdi ponad papierovú guľôčku a dostáva sa na dno fľaše. Tento jav spôsobuje zvýšenie tlaku vzduchu vo fľaši, keďže tá už predtým bola plná vzduchu. Zvýšený tlak vzduchu vo vnútri fľaše vytlačí papierovú guľôčku von. Ak by mal vzduch prúdiaci do vnútra fľaše možnosť uniknúť, nenahromadil by sa a guľôčka by bola strhnutá do fľaše prúdiacim vzduchom. Ak priložíme ústa tesne k ústiu a fúkame, vzduch vôbec nemá možnosť uniknúť a presvedčíme sa, že je plný vzduchu. Keďže ide o uzatvorenú nádobu, guľôčka môže vybehnúť do úst alebo zostať v ústí, podľa toho, do akej miery vieme vyrobiť pretlak vo fľaši. Ak chceme guľôčku dostať do fľaše fúkaním, musíme umožniť plynulý únik fúkaného vzduchu z fľaše, najlepšie tým istým smerom, ktorým fúkame. Ak však budeme jemne fúkať a len na guľôčku, ponad ňu môže vzduchu unikáť von z fľaše a guľôčka sa dostane dnu.

### 13. Téma: Sily

#### 19 Dá sa vytlačiť voda z nádoby vzduchom?

##### Postup

Pod vodou (vo veľkej nádobe alebo v umývadle) naplň dva rovnaké poháre vodou až po okraj. Ešte pod vodou ich prilož k sebe. Poháre vyťahni z vody, stále ich drž pri sebe tak, aby priliehali k sebe čo najtesnejšie. Poháre polož na širokú misku tak, aby bol jeden na druhom. Dávaj pritom pozor, aby sa poháre navzájom neposunuli, aby z nich voda nevytekla.

Horný pohár mierne posuň, ale tak, aby z neho voda nevytekla, len tak, aby poháre vzájomne celkom k sebe nesedeli. Pomocou slamky fúkaj do odsunutej časti.

##### Čo sa deje?

Pri fúkaní sa do horného pohára dostávajú bublinky vzduchu a postupne sa voda vylieva cez okraj von. Keď prestaneme fúkať, prestane sa aj voda vylievať.

##### Usmernenie pozorovania

Opíš, čo si sledoval. Ako sa pohybovali vzduchové bubliny v nádobách? Prečo postupovali práve takto? Čo sa dialo v pohári, keď sa doň dostával vzduch? Podarilo by sa ti podobným spôsobom vyliať aj vodu z dolného pohára? Porovnaj možnosti vytekania vody z dolného a horného pohára. Aká sila tlačí vodu von? Ak by bolo možné prederaviť vrchný pohár na jeho dne, ktoré je teraz hore, podarilo by sa ti vytlačiť vodu z horného pohára? Pokús sa svoju odpoveď odôvodniť.

##### Pomôcky

väčšia miska s vodou alebo umývadlo, dva rovnaké poháre s rovným okrajom, voda, široká miska, slamka

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Voda z pohára vyteká preto, lebo ju nahrádza vzduch fúkaný slamkou do pohára. Voda je z pohára vytláčaná tlakom vzduchu. Ak by oba poháre k sebe tesne doliehali a priestor by bol iba na fúkanie vzduchu dnu a nemal by ako uniknúť, voda by vytekla aj z dolného pohára.

##### Pomocné informácie

Pri posunutí horného pohára sa voda nevyteje preto, lebo proti vyliatiu pôsobí tlak vzduchu a povrchové napätie vody. Fúkaním cez slamku zvýšime tlak vzduchu tak, že jeho sila je väčšia ako sila povrchového napätia a do pohára sa tak môže dostať vzduch. Vzduch, keďže má menšiu hustotu ako voda má tendenciu dostať sa hore, čím vytláča ekvivalentné množstvo vody z horného pohára. Voda z dolného pohára zostáva, keďže voda má väčšiu hustotu ako vzduch a leží pod okrajom, cez ktorý môže voda unikať. Ak by sme spravili do vrchného pohára dierku, vzduch, ktorý slamkou do pohára dostávame by unikal a voda by sa teoreticky nemala vylievať. Vzduch však vytláča vodu už počas stúpania ku dnu pohára, kde sa vytvára vzduchová bublina. Preto nezáleží, či je vo vrchnom pohári dierka alebo nie, vodu z vrchného pohára je možné pomocou slamky vytlačiť von.

### 13. Téma: Sily

#### 20 Aká sila núti vytekať vodu z deravého pohára?

##### Postup

Najskôr urob asi 12 malých dierok do dna umelohmotnej fľaše (stačí tenkým klincom). Napusti asi 5 cm vody do väčšej misky alebo do umývadla. Fľašu vlož do vody a drž ju tam tak, aby neplávala a aby sa cez dierky dostala voda do nádoby. Potom naplň celú nádobu vodou, ale nechaj ju v nádobe s vodou, aby voda nevytekla cez otvory von. Na chvíľu fľašu zdvihni a presvedči sa, či voda vyteká. Ak nie, vyrobil si malé dierky, skús ich zväčšiť a fľašu naplň znovu.

Keď bude nádoba plná, uzavri tesne nádobu uzáverom a zdvihni ju.

##### Čo sa deje?

Voda z fľaše nevyteká, len odkvapne niekoľko kvapiek. Ak otvoríme vrchnák, voda začne z fľaše intenzívne kvapkať až tiecť (podľa veľkosti dierok).

##### Usmernenie pozorovania

Ako si vysvetľuješ, že voda z nádoby nekvapká (nevyteká)? Aká sila vodu udrží vo fľaši? Pôsobí gravitačná sila na pohár vody stále? Aký je rozdiel medzi silami, ktoré pôsobia na vodu v pohári vtedy, keď je fľaša zavretá a vtedy, keď je otvorená? Pokús sa opísať, aké rôzne sily na vodu vo fľaši pôsobia. Ako by si dokázal dostať vodu von z fľaše bez toho, že by si otvoril vrchnák? Pokús sa vysvetliť svoj navrhovaný postup. Prečo by sa to tak dalo. Myslíš si, že by sa ti experiment podaril rovnako, keby si urobil do fľaše väčšie množstvo dierok? Alebo keby si urobil väčšie dierky? Podarilo by sa ti to rovnako, keby si namiesto vody použil inú kvapalinu?

##### Pomôcky

umelohmotná fľaša s rovným dnom a vrchnákom, kliniec, voda, umývadlo alebo väčšia miska

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Vodu vo fľaši udržuje atmosférický tlak, ktorý pôsobí proti pôsobeniu hmotnosti vody (gravitačnej sily). Ak by sa voda z fľaše vylievala, vznikal by v nej podtlak, lebo sa nemá ako dostať do nej vzduch, preto sa nevylieva. To, či sa voda vyleje alebo nie závisí od veľkosti dierok.

##### Pomocné informácie

Proti vytekaniu vody z dierok pôsobí čiastočne povrchové napätie vody a čiastočne atmosférický tlak. Ak by atmosférický tlak pôsobil rovnakou silou aj na povrch kvapaliny, nemuseli by sme ho brať do úvahy. Keďže dierky sú na fľaši veľmi drobné, atmosférický tlak má dostatočnú silu na prekonanie gravitačnej sily, ktorá pôsobí opačným smerom. Keď vrchnák otvoríme, tlak vzduchu začne na povrch vody pôsobiť a vytláča vodu cez dierky von (proti povrchovému napätiu vody pôsobí tlak vzduchu a hmotnosť vody). Namiesto otvorenia fľaše stačí nahradiť tlak, ktorý by tým začal na vodu pôsobiť napríklad stlačením fľaše. Ak by boli dierky väčšie, atmosférický tlak by bol nedostatočný na to, aby vodu vo fľaši udržal. Ľahšie voda vyteká z fľaše, ak je nahnutá. Voda vyteká prednostne z dierok, nad ktorými je väčší stĺpec vody (na dierky je vyvíjaný väčší tlak), pričom cez dierky s najmenším tlakom vody prúdi dovnútra vzduch. Voda teda kvapká a tečie vtedy, ak sa vyskytne v sústave nerovnováha síl.

### 13. Téma: Sily

#### 21 Aká sila spôsobuje tvorbu pohorí?

##### Postup

Vezmi všetky tri knihy, ulož ich na seba tak, aby mali všetky chrbát na jednej strane. Vezmi si ich do ruky tak, že ich budeš mať medzi dlaňami. Dlane tlač k sebe, aby ti stredná kniha nevypadla. Ruky mierne vystri a jemne zovretie povol'.

Teraz si knihy polož na stôl tak, aby smerovali chrbtami nahor. Znovu prilož na vonkajšie knihy dlane a šúchaj oboma knihami hore-dole oproti sebe.

##### Čo sa deje?

V prvom prípade sa stredná kniha posunula dolu, poklesla oproti dvom krajným knihám. V druhom prípade sa stredná kniha vysunula.

##### Usmernenie pozorovania

Predstav si, že každá kniha je obrovský kus horniny a skús vysvetliť, ako sa asi formujú pohoria a doliny. Sleduj, akým smerom si pôsobil silou na knihy a ako si menil veľkosť tejto sily. Skús to opísať. Pokús sa vysvetliť, ako je možné, že kniha v prvom prípade klesla dolu. Aké sily na ňu pôsobili pred skĺznutím a aké po skĺznutí. Dal by sa tento experiment realizovať aj s inými materiálmi, napríklad so sklom, plastelínou? Popremýšľaj, ako je možné, že kniha v druhom prípade vystúpila hore. Tiež skús pouvažovať, aké sily na ňu pôsobili. Bolo náročné udržať tretiu knihu medzi dvoma knihami tak, aby nepadla? Ako by sa jednoduchšie medzi dvoma knihami udržala?

##### Pomôcky

tri knihy rovnakej veľkosti v tvrdej väzbe

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Vyzdvihnutie knihy spôsobila tretia sila dvoch pohybujúcich sa kníh. Údolia a prepadliny vznikajú oddeľovaním príľahlých kusov hornín v horizontálnom smere. Ak je veľkosť sily pôsobiaca zo strán väčšia ako hmotnosť telesa, teleso je možné udržať v stabilnej polohe bez pádu. Čím viac sa uhol pôsobiacej sily proti pádu telesa približuje opačnému smeru k smeru gravitačného pôsobenia, tým ľahšie je predmet udržať.

##### Pomocné informácie

Ukážka s knihami je dobrým príkladom toho, ako sa vzájomne k sebe správajú veľké časti hornín. Tak ako je to aj v našom prípade s knihami, niektoré kusy hornín nie sú vzájomne spojené, držia pri sebe len tlakom zo strán. Keď sa tieto tlaky narušia, môže dôjsť k posunu zemských blokov, čoho výsledkom často býva zemetrasenie. Podobne aj v druhom prípade, sily môžu pôsobiť aj horizontálne, pričom aj kusy hornín sa posúvajú horizontálne. Zníženie tlaku v horizontálnom smere môže spôsobiť pokles masy hornín, ktoré boli predtým tlakom udržované v pôvodnej polohe. Horizontálnym posunom dvoch más hornín v opačnom smere sa môže vyzdvihnúť masa horniny, ktorá sa medzi nimi nachádza. Významne v tomto procese pôsobí trenie, ktorého sila často prekonáva aj gravitačné pôsobenie.

### 13. Téma: Sily

#### 22 Ako funguje seizmograf?

##### Postup

Do vrchnáku zo škatule od topánok vyrob nastrihnutím dierku v strede kratšej strany asi 5 cm od okraja. Spodnú časť škatule postav na najkratšiu stranu a vrchnák polož na vrchnú krátku stranu tak, aby zapadol. Lepiacou páskou upevni vrchnák na dno škatule. Do spodnej časti škatule vlož niečo ťažšie, napríklad konzervu, na udržanie rovnováhy. Cez dierku, ktorú si na vrchnáku zo škatule vyrobil prevleč nitku, ktorú na hornej strane priviažeš ku kancelárskej spinke. Takto si zabezpečíš to, aby sa ti nitka neprevliekla cez dierku. Na dolný koniec nitky pripevni ceruzku. Najlepšia je ceruzka s gumou na konci, do ktorej môžeš zapichnúť kúsok drôťiku alebo rozpletenu spinku. Pomocou drôťiku potom ceruzku zavesíš na nitku. Ceruzka by mala byť zavesená tak, aby sa dotýkala papiera, ktorý pod ňu vložíš a zároveň aby voľne visela. Vhodné je namiesto ceruzky použiť tenkú fixku. Ak používaš ceruzku, môžeš na jed spodnú časť pripevniť nejaké menšie závažie, aby mala lepšiu stabilitu. Popod ceruzku pomaličky ťahaj papier a sleduj rovnosť čiary. Potom požiadaj kamaráta, aby búchal alebo inak jemne hýbal stolom a znovu pod ceruzkou ťahaj papier. Porovnaj si obe čiary.

##### Čo sa deje?

Kým v prvom prípade je čiara rovná, v druhom prípade sa podľa intenzity trasenia stolom vytvárajú rôzne krivky.

##### Usmernenie pozorovania

Pokús sa vysvetliť cestu, ako sa prenášajú otrasy zo stola na visiacu ceruzku. Sleduj pozorne, ako ceruzka reaguje na pohyby stola. Reaguje okamžite, zrýchlene, spomalene? Čo sa viac hýbe, stôl (a s ním aj papier na zapisovanie) alebo ceruzka? Aký význam podľa teba zohráva v tejto sústave dĺžka nite, na ktorej je ceruzka zavesená?

##### Pomôcky

škatuľa od topánok, niť alebo tenký špagát, ceruzka s gumou na konci (vhodná je fixka), dve spinky, závažie (napr. konzerva), lepiaca páska, papier

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Visiace telesá reagujú na otrasy citlivejšie, zotrúvajú v pohybe dlhšie. Visiace telesá majú tendenciu zotrúvať v pokoji viac ako telesá pevne spojené s trasúcim sa podkladom. Čím je niť dlhšia, tým lepšie sa zachytia otrasy stola, pretože ceruzka reaguje na otrasy oveľa pomalšie.

##### Pomocné informácie

Na takomto princípe pracujú reálne seizmografy, ich zapisovacie jednotky sú však oveľa citlivejšie na otrasy. Aj keď oba predmety – seizmograf a papier na zapisovanie ležia na tej istej ploche, ktorá sa rovnako pohybuje, je možné takýmto prístrojom zaznamenať jemné otrasy podložky. Využíva sa tu princíp zotrvačnosti v pokojnom stave. Ceruzka má tendenciu zotrvať v pokoji a preto pri pohybe celého telesa oneskorene reaguje na chvenie.

### 13. Téma: Sily

#### 23 Ako závisí tvar pohorí od smeru a veľkosti horotvornej sily?

Pomôcky  
plastelína, noviny

##### Postup

Z plastelíny si vyrob valec dlhý asi 20 cm. Polož si ho na novinový papier a zatlač z oboch strán smerom do stredu valca a sleduj, ako sa bude deformovať.

Znovu vyformuj rovný valec a pokúšaj sa pôsobiť inou silou, inej intenzity a iného smeru. Môžeš valec o jednu ruku len oprieť a druhou tlačiť a pod.

##### Čo sa deje?

Podľa veľkosti a smeru síl pôsobiacich z oboch strán sa vytvoria rôzne tvary zvlneného valca.

##### Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že sa prejaví pôsobenie tvojej sily tak, ako sa prejavilo? Prekvapilo ta niečo? Keď by si mal opísať, akú mala tendenciu sila v prejavovaní sa na hmote, ako by si to opísal? Menila sa hmota skôr vodorovne alebo vytvárala skôr kopce? Ak by si chcel z plastelíny vytvoriť čo najväčší kopec a mohol by si používať len silu tlaku zo strán, ako by si postupoval? Ako by si na základe týchto skúseností vedel vysvetliť, ako sa tvorí pohorie?

Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Iné tvary vznikajú pri pomalom a rovnomernom pôsobení sily a iné pri náhlom a silnom pôsobení sily, aj keď je smer síl rovnaký. Vzniknutý tvar súvisí so súdržnosťou látky, ktorá je pod tlakom.

##### Pomocné informácie

Zemský povrch je roztrieštený do kusov, ktoré akoby plávali na tekutej spodnej vrstve. Toto zloženie je možné pripodobniť ľadovým kryhám, ktoré plávajú na vode. Ak sa takéto pevninské kryhy stretnú, zrazia sa, výsledkom je formovanie pohorí podobným spôsobom, ako sme to demonštrovali na plastelíne. Keďže takto pôsobiace sily sú veľmi veľké, dokážu sformovať vysoké pohoria. Podľa smeru pôsobenia síl sa tvarujú rôzne typy pohorí. Napríklad pohoria, ktoré sú najvyššie v strede sa nazývajú antiklinála, tie, ktoré vytvárajú rovnomerné vlny tvaru „s“ sa nazývajú synklinály.

### 13. Téma: Sily

#### 24 Ako reaguje voda na pohyb telies pod jej hladinou?

##### Postup

Nalej si do veľkej širšej nádoby vodu. Vezmi dva väčšie kusy dreva (asi také veľké ako dlane a väčšie) a ponor ich pod vodu. Pod vodou rýchlo k sebe približuj oba kusy dreva až po náraz a sleduj, čo sa bude diať.

##### Čo sa deje?

Voda vyšplechne na hladinu nad miestom, kde sa pod vodou zrazili dva kusy dreva a vytvorí sa vlny, ktoré sa prejaví na okraji nádoby.

##### Usmernenie pozorovania

Myslíš si, že je vždy možné pozorovať na hladine pohyby, ktoré sa dejú pod hladinou? Pokús sa vysvetliť. Myslíš si, že sa pohybuje po náraze všetka voda v nádobe? Vedel by si nakresliť, ako sa pohybujú jednotlivé častice vody v nádobe po náraze driev pod vodou? Ako je možné, že sa vytvárajú vlny až na kraji nádoby? Ako závisí veľkosť driev, s ktorými sa pohybuješ pod vodou s prejavom vody po náraze? Ako sa prejaví rôzna sila a rýchlosť pohybu driev pod hladinou vody na jej hladine? Keď by si chcel vyšplechnúť z nádoby čo najviac vody, ako by si postupoval? Skús vysvetliť, prečo práve takto. Dal by sa experiment zopakovať len s dlaňami? Videl by si nejaký rozdiel v tom, keď by si o seba pod hladinou búchal dlane s prstami pri sebe alebo s prstami od seba? Aký rozdiel by si zistil, keby si experiment zopakoval s nádobou plnou piesku? Pokús sa opísať rozdiely v pohybe častíc piesku a vody. Ako si tieto rozdiely vysvetľuješ?

##### Pomôcky

väčšia, širšia nádoba, voda, dva väčšie kusy dreva (aspoň také ako dlaň)

##### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Voda sa prejaví práve takýmto pohybom preto, lebo jej častice sú vzájomne prilnavé. Častice vody sa od svojho pôvodného miesta veľmi nepohybujú, vodou sa šíri len sila. Najpohyblivejšie častice sú tie, ktoré sú na povrchu vody, sú priťahované najmenším množstvom iných častíc vody.

#### Pomocné informácie

Na dne oceánov pohybom zemských krýh k sebe sa stláča voda podobne ako v našom experimente. Stlačená voda vyšplechne na hladinu z veľkej hĺbky, častejšie sa však prejaví len veľkými vlnami, ktoré putujú k pobrežiam. Môžu mať až niekoľkokilometrovú výšku, závisí to od vzdialenosti k brehu a sily, ktorou sa obe kryhy zrazili.

Pohyb molekúl vody je pomerne zložitý, aj keď sa riadi len niekoľkými základnými zákonitosťami. Predovšetkým získavajú molekuly vody kinetickú energiu, ktorá ich posunie do určitej vzdialenosti. Najväčšiu kinetickú energiu získajú molekuly, ktoré sa nachádzajú najbližšie k pohybujúcim sa tuhým predmetom. Ak je kinetická energia dostatočná a hĺbka vody nie je veľká, časť vody môže vyšplechnúť nad hladinu. Túto vodu potom nahradí okolitá voda, pričom je vzápätí odrazená veľkým množstvom okolitých nepohyblivých más vody naspäť. Tým, že je voda tekutá, vždy sa na miesto odstránenej vody dostáva iná voda. Keď sa po strate kinetickej energie napríklad pôsobením gravitácie vracia pôvodné množstvo vody, môže byť vytlačené nahradené množstvo a môže sa to opakovať. Preto je efekt pohybu predmetov pod vodou vlnitý. Kinetická energia sa môže prenášať na pomerne veľké vzdialenosti a viditeľne sa prejaví hlavne na okraji vody. Ak by sme zafarbili molekuly vody, ktoré sa nachádzajú najbližšie k miestu pôsobenia sily, zistili by sme, že od miesta pôsobenia sily sa veľmi nevzdďaľujú, prenáša sa len energia.



### 13. Téma: Sily

#### 25 Čo všetko ovplyvňuje rýchlosť pohybu predmetu po naklonenej rovine?

##### Postup

Naplň jednu fľašu do polovice vodou a poriadne ju uzatvor. Druhú fľašu nechaj prázdnu. Ak nemáš naklonenú rovinu (napríklad lávka na schodoch pre kočíky a pod.) vytvor si ju pomocou dosiek, ktoré oprieš o rovnako vysoké stoličky. Dávaj pozor, aby naklonená rovina nebola príliš strmá, ale ani príliš plytká. Vyskúšaj si, či sa po nej prázdna fľaša bude gúľať dolu. Obe fľaše pridrž na začiatku naklonenej roviny a v rovnakom čase ich spusti. Sleduj pozorne ich pohyb.

Zapíš si predpoklad, ktorá fľaša sa dostane na koniec latky ako prvá a svoj predpoklad odôvodni.

##### Čo sa deje?

Obe fľaše sa začali gúľať smerom dolu spolu, ale po chvíli sa začala plná fľaša gúľať rýchlejšie. Avšak do cieľa dorazila ako prvá prázdna fľaša.

##### Usmernenie pozorovania

Ktorá fľaša dorazila do cieľa prvá? Predpokladal si správne? Pokús sa vytvoriť vysvetlenie, prečo sa to udialo práve takto. Premýšľaj, čím všetkým sa odlišuje prázdna fľaša od plnej, aké sily pôsobia na obe fľaše a akú majú veľkosť. Ako sa pohybuje voda v plnej fľaši? Pokús sa pohyb vody opísať vzhľadom na pohyb fľaše. Pohybuje sa voda spolu s fľašou alebo sa v nej prelieva? Je voda stále dolu alebo aj hore? Ako môže ovplyvniť pohyb vody vo fľaši pohyb samotnej fľaše s vodou? Popremýšľaj, ako by sa pohybovala fľaša, ktorá by bola úplne plná vody. Ak by pretekali prázdna a celkom plná fľaša, ktorá by sa skotúľala skôr?

##### Pomôcky

Dve úplne rovnaké veľké plastové fľaše (najlepšie od minerálky), voda, dve rovnaké a rovnako dlhé dosky alebo naklonená rovina

##### Schéma

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Pohyb vody spôsobuje vznik vín vo vnútri fľaše a tie nárazovo spomaľujú pohyb fľaše. Ťažšia fľaša s vodou spôsobuje väčšie trenie pri kotúľaní sa.

##### Pomocné informácie

Voda v napoly naplnenej fľaši jej dodala váhu a tak zrýchliła aj pohyb po naklonenej rovine. Avšak voda vo fľaši spôsobila zvýšenie trenia fľaše o podklad a to ju spomalilo. Trenie spôsobuje spomaľovanie pohybu, ale napr. aj vznik tepla (ako je to pri trení rúk o seba).

Pohyb vody v poloprázdnej fľaši môže tiež spomaľovať kotúľanie sa fľaše a to tak, že voda vo vnútri fľaše vytvára vlny, ktoré spätným nárazom môžu pôsobiť proti smeru pohybu kotúľajúcej sa fľaše.

### 13. Téma: Sily

#### 26 Aký je rozdiel medzi rovnomerne a nerovnomerne zrýchleným pohybom?

##### Postup

Vešiak si zaves na prst a mincu polož na jeho spodnú časť, tam, kde sa vešajú nohavice. Vhodnejšie je, keď pokus robíš niekde vonku alebo v miestnosti, kde nemôžeš nič letiacou mincou rozbiť.

Vešiak začni na prste hojdať, rozhojdávaj ho viac a viac. Ak minca padá, pokús sa ju lepšie umiestniť na vešiak. Ak to nepomáha, vyskúšaj iný druh vešiaku. Keď sa ti podarilo vešiak dostatočne rozhojdať, pridaj silu a roztoč vešiak na prste.

##### Čo sa deje?

Minca zostane na vešiaku kým budeš rovnomerne a dostatočne rýchlo točiť vešiakom.

##### Usmernenie pozorovania

Čo spôsobilo, že minca zostala na vešiaku? V akých prípadoch a prečo by spadla? Popremýšľaj, aké sily na mincu pôsobia, keď je dolu a keď je hore na krúžiacom vešiaku. Ako by si vedel upraviť vešiak tak, aby sa ti experiment lepšie daril? Vedel by si povedať, kde sa využíva podobný princíp a na čo? Máš vlastnú skúsenosť s podobným javom? Ak áno, opíš akú a porozmýšľaj o jej princípe v súvislosti so zrealizovaným pozorovaním.

##### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím rýchlejšie ramienkom točíme, tým menšia je pravdepodobnosť, že minca spadne. Minca nespadne preto, lebo proti gravitačnej sile pôsobí iná sila, ktorá je väčšia. Sila, ktorá pôsobí proti spadnutiu mince má vždy smer od prsta, ktorý ramienko točí k minci.

##### Pomocné informácie

Mincu na vešiaku udržiava odstredivá sila, ktorá sa uplatňuje tam, kde sa veci rýchlo točia. Takýto pohyb spôsobuje, že predmety sa snažia vzdaľovať od centra krúživého pohybu (minca od prstu). Minca týmto spôsobom tlačí na vešiak. Nespadne, kým pohyb nespomalíme alebo nezastavíme, musí však byť na vešiaku v rovnováhe.

Ak pohybujeme s mincou nerovnomerne – spomaľujeme a (alebo) zrýchľujeme, minca s väčšou pravdepodobnosťou spadne, pretože je väčšia pravdepodobnosť toho, že prevážia sily gravitačné nad výslednicou ostatných síl, ktoré na mincu pôsobia. Napríklad, minca nespadne z krúžiaceho ramienka vtedy, keď je odstredivá sila pôsobiaca na mincu väčšia ako gravitačná sila. Veľkosť odstredivej sily zase priamo úmerne závisí od rýchlosti točenia.

##### Pomôcky

Vešiak, najlepšie plastový, ale aj drevený je vhodný, menej vhodné sú kovové, vešiak musí mať aj spodnú lištu (vešiaky na nohavice), minca alebo kovová podložka

##### Schéma

## 13. Téma: Sily

## 27 Ako pôsobí odstredivá sila na kvapalné látky?

**Postup**

Naplň väčšiu misku alebo hrniec s vodou asi do troch štvrtín objemu. Na hladinu polož menšiu misku a nalej do nej dostatočne veľa vody. Teraz je tvojou úlohou malú misku na vode roztočiť. Pomôže ti pri tom drevená vareška. Najskôr ju roztoč prstami, tým získa dostatočnú zotrvačnosť, aby si ju ešte viac roztočil pomocou drevenej varešky. Snaž sa udržať ju v strede veľkej nádoby.

**Čo sa deje?**

Postupným zrýchľovaním pohybu misky voda začne stúpať po okrajoch a cez okraje sa bude vylievať. Ak dáme do misky len menšie množstvo vody, voda len vystúpi na okraje, pričom dno misky zostane suché.

**Usmernenie pozorovania**

Vedel by si vysvetliť, čo sa stalo? Čo tlačilo vodu do okrajov? Pripomína ti to niečo, čo si už zažil? Porozmýšľaj, kde by sa tento jav dal využiť (resp. kde sa využíva). Točí sa aj miska alebo len voda v nej? Prečo? Točí sa voda vo veľkej miske? Prečo? Opíš ako sa prenáša pohyb vody v malej miske na iné časti sústavy misiek. Vedel by si povedať, ako by sa pohybovali misky a vody v nich, keby väčšia miska bola ešte vo väčšej miske s vodou (resp. v bazéne)? Čo by sa stalo s vodou v malej miske, keď by si misku rukou zrazu zastavil? Prečo si to tak myslíš? Čo by sa stalo s vodou vo väčšej miske? Pokús sa vysvetliť, prečo si to takto myslíš.

**Pomôcky**

Väčšia misa alebo hrniec, voda, dezertný tanierik alebo malá miska, drevená vareška

**Schéma****Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)**

Malá miska sa točením vody roztočila pôsobením tretej sily medzi vodou a malou miskou. Čím rýchlejšie sa miska s vodou točí, tým väčšiu silu má a je ju ťažšie zastaviť. Voda vo veľkej miske sa takmer nepohybuje.

**Pomocné informácie**

Odstredivá sila pôsobí rovnako ako na pevné látky aj na kvapaliny. Čím rýchlejšie objektom točíme, tým viac sa snaží voda uniknúť od stredu rotácie, preto sa tlačí k okrajom misky. Keďže kvapalina má menšiu súdržnosť častíc ako pevná látka, v dôsledku rotácie môžu jej častice unikať v smere pôsobenia odstredivej sily, pričom ich pohyb je ovplyvnený aj gravitačnou silou. Točiaca sa voda v dôsledku trenia a pomerne veľkej sily získanej pohybom roztočí aj misku, v ktorej sa nachádza. Naopak, voda vo veľkej miske sa hýbe len nepatrne a to preto, lebo trenie nie je také výrazné (miska je do vody ponorená len sčasti) a väčšie množstvo vody vo veľkej miske má pomerne veľkú potenciálnu energiu a tým aj snahu zotrvať v pokoji (zákon zotrvačnosti).

## 13. Téma: Sily

### 28 Ako uľahčiť zdvíhanie telies?

#### Postup

Rozmotaj drôtený vešiak a navleč naň špulku. Vešiak znovu poskladaj. Ak nemáš drôtený vešiak, vyrob si ho z drôtu, pričom nezabudni navliecť na jeho spodnú časť špulku. Vyrobil si jednoduchú kladku. Postav dve stoličky oproti sebe chrbtom a polož na ne násadu alebo palicu. Pomocou špagátu pripevni vyrobenú kladku na násadu. Knihu, ktorú ideš kladkou zdvihnúť previaž špagátom tak, aby si ju mal za čo uchytiť. Ku knihe priviaž dostatočne dlhý špagát, ktorý prevleč ponad špulku, kým je kniha položená na zemi. Potiahni za šnútku.

#### Čo sa deje?

Knihu bolo pomerne jednoduché zdvihnúť.

#### Usmernenie pozorovania

Sleduj, ktorým smerom sa pohybuje kniha a ktorým smerom pôsobíš silou. Myslíš si, že by si vedel ešte viac uľahčiť zdvíhanie knihy? Ako? Myslíš si, že by stačilo aj jednoduché prehodenie špagátu cez násadu? V čom by bol rozdiel medzi použitím kladky a prázdnej násady? Pozoruj, ako sa točí špulka pri ťahaní za špagát. Točí sa? Ktorým smerom? Myslíš si, že by sa niečo zmenilo, keď by si použil väčšiu špulku? Pokús sa svoj predpoklad vysvetliť. Točí sa násada vtedy, keď sa točí špulka (ak nie je násada pevne upnutá na stoličky)? Akú silu by si musel použiť, aby si roztočil aj násadu? Dalo by sa to vôbec? Ak by si mal cez násadu špagát jednoducho prehodený, akú silu by si potreboval na roztočenie násady? Porovnaj s predchádzajúcim príkladom. Je rozdiel, keď vyťahuješ knihu po lykovom špagáte prehodenom len tak cez násadu alebo s pomocou hrdzavého drôtu? Ak vidíš rozdiel, skús ho opísať. Čo ak by si násadu oblepil brúsny papierom?

#### Pomôcky

Dva drôtené vešiaky (alebo drôt), dve prázdne umelohmotné špulky z nite, drevená násada alebo iná palica, dve stoličky, nožnice, 3 metre silného špagátu, kniha

#### Schéma

#### Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Zdvíhanie knihy zjednodušuje zníženie trenia. Uľahčenie práce prostredníctvom jednoduchej kladky nezávisí od dĺžky používaného špagátu a ani od veľkosti kolesa kladky. Použitím kladky meníme smer pôsobenia sily pri zdvíhaní telies.

#### Pomocné informácie

To, že sa kniha zdvihla ani nie je také zaujímavé ako to, že sme ťahali za špagát smerom dolu a kniha sa zdvihala smerom hore. Okrem toho, že zdvihneme knihu, zmenili sme aj smer pôsobiacej sily. Zaujímavé je aj to, že zdvihnutie knihy je týmto spôsobom jednoduchšie ako ťahanie knihy hore na lane bez kladky cez násadu alebo samostatné dvíhanie silou pôsobiaco proti gravitačnému pôsobeniu. Princíp kladky je v znížení trenia. Ak chceme pomocou špagátu vytiahnuť náklad smerom hore, jednoduchým prehodením špagátu cez konár získavame síce nástroj, ako predmet zdvihnúť, ale trenie medzi špagátom a konárom je tak významné, že hmotnejšie predmety nezdvihneme. Ak prevlečieme špagát cez pohyblivé koleso s nízkym trením, vyťahovanie nákladu je jednoduchšie. Mnohé stroje pracujú na princípe jednoduchej kladky. Ak spojíme dve kladky, zníženie trenia je významnejšie a zdvíhanie je ešte jednoduchšie.