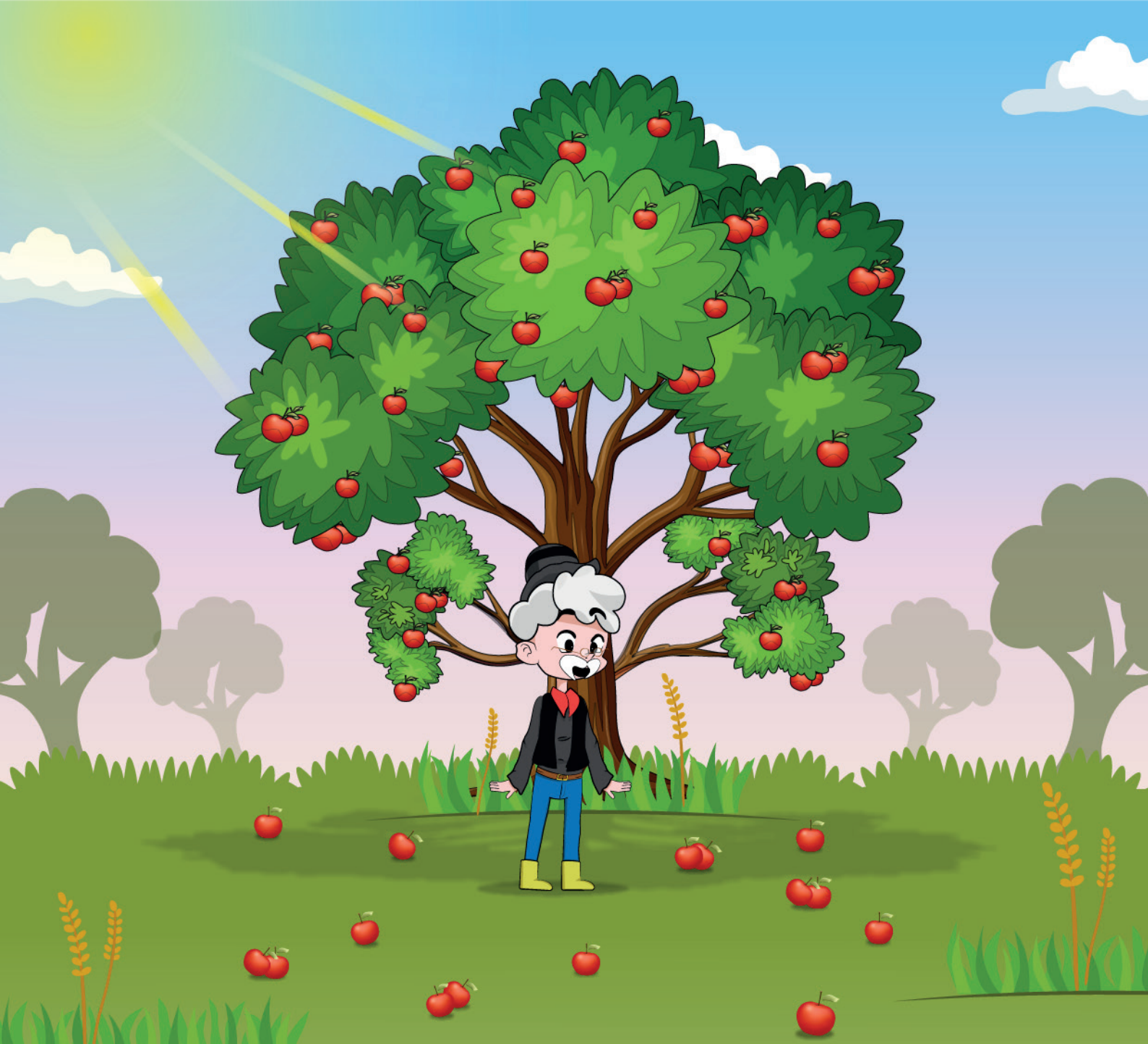




Časť 1

MECHANIKA: DYNAMIKA



ARPHYMEDES



Christiaan Huygens (1629-1695)

Zákony, ktorými sa riadia pružné zrážky.

Christiaan Huygens bol holandský matematik, fyzik, inžinier, astronóm a vynálezca. Bol považovaný za jednu z najvýznamnejších postáv vedeckej revolúcie. Stretol sa s ďalšími významnými vedcami, ako boli Blaise Pascal, Gottfried William Leibniz a tiež Isaac Newton, s ktorými diskutoval o témach z matematiky a fyziky. Huygens okrem iného skúmal, ako sa veci pohybujú a ako prebiehajú zrážky. Nesúhlasil so zákonmi Reného Descarta o pružnej zrážke dvoch telies. Zistil, že existujú dve veci, ktoré zostávajú vždy rovnaké: prvou je súčin hmotnosti a štvorca rýchlosti, druhou je rýchlosť a smer pohybu ťažiska systému.



Fig. 20

Sir Isaac Newton (1642-1727)

Jeho prelomové príspevky formovali základy modernej vedy.

Sir Isaac Newton bol anglický fyzik, matematik a astronóm. Je známy svojou prácou o zákonoch pohybu, optike, gravitácii a počítaní. V roku 1687 Newton vydal knihu *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, v ktorej predstavil svoju teóriu univerzálnej gravitácie a tri pohybové zákony. V roku 1668 Newton zostrojil prvý funkčný zrkadlový ďalekohľad. Vypracoval aj teóriu svetla založenú na pozorovaní, kde hranol rozkladá biele svetlo na farby dúhy. Newton má tiež spolu s Gottfriedom Wilhelmom Leibnizom zásluhy na vývoji počtov. Newtonove myšlienky o svetle, pohybe a gravitácii dominovali fyzike počas nasledujúcich troch storočí, až kým ich nezmenil Albert Einstein svojou teóriou relativity.



Fig. 21

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

Nová teória nazvaná dynamika, založená na kinetickej a potenciálnej energii.

Gottfried Wilhelm Leibniz bol nemecký polyhistor, pôsobil ako matematik, filozof, vedec a diplomat. Napísal diela o filozofii, teológii, etike, politike, práve, histórii a filológii. Leibniz tiež významne prispel k fyzike a technike. Neskôr sa jeho myšlienky stali dôležitými v oblastiach, ako je teória pravdepodobnosti, biológia, medicína, geológia, psychológia, lingvistika a informatika. Jeho výpočtový stroj, známy ako Leibnizovo koleso, bol prvým návrhom mechanickej kalkulačky. Leibniz mal tiež niekoľko zaujímavých úvah o pohybe. Nesúhlasil s inými slávnymi vedcami, ako boli Descartes a Newton. Prišiel s novou teóriou nazvanou dynamika, založenou na kinetickej a potenciálnej energii.



Fig. 22

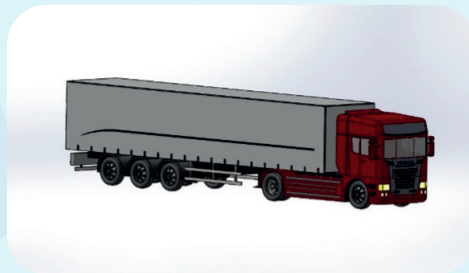
Na tejto stránke nájdete niekoľko návrhov projektov, ktoré môžete realizovať v škole alebo doma. Ďalšie nájdete na sprievodnej webovej stránke.

Návrhy projektov:

1. Vyskúšajte si experimenty s využitím Newtonovho zákona zotrvačnosti ponúkané v tejto kapitole a potom si vyberte jeden, ktorý by ste chceli vyskúšať.
2. Použite tretí Newtonov zákon.
 - Fén na vlasy na vozíku na kolieskach
 - Dve osoby s rovnakou hmotnosťou na dvoch skateboardoch
 - Raketa z balóna.
3. Vyroberte si vlastný silomer.

Technické aplikácie:

1. Ako autá udržiavajú rovnováhu na naklonenej ceste



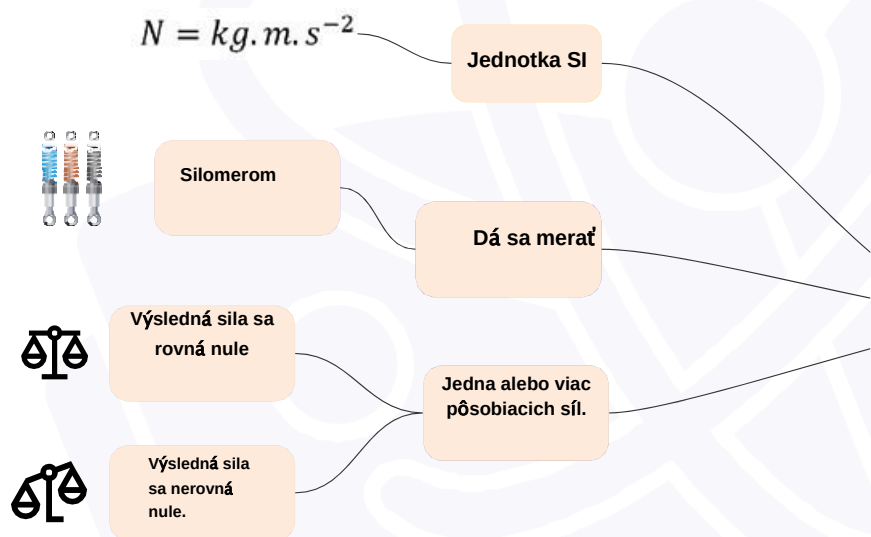
2. Ako sa autá udržia na ceste pri veľkej rýchlosti a v zákrute.
3. Ako funguje dynamometrický (momentový) kľúč.



Mechanika – dynamika: Čo je to sila?

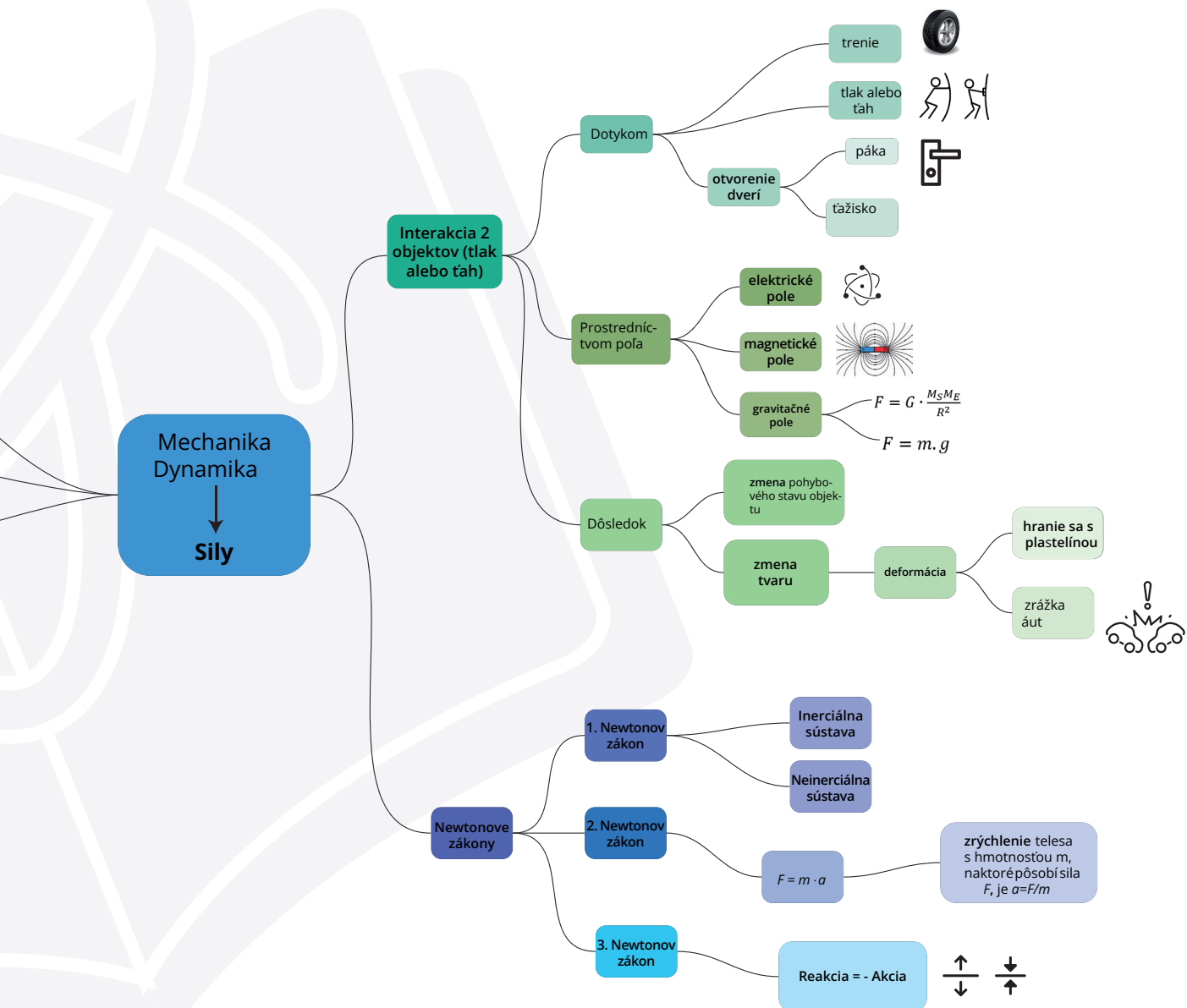
V tejto kapitole budeme pokračovať v štúdiu mechaniky. Doteraz sme opisovali stav pohybu pomocou výpočtu rýchlosti, vzdialenosti a zrýchlenia. Opisovali sme situácie, keď sa stav pohybu mení, ale príčinu tejto zmeny sme neriešili. Pojem, ktorým sa budeme zaoberať v tejto kapitole je sila. Táto kapitola sa skladá z nasledujúcich častí.

- ▶ Čo je to sila?
- ▶ Pohybuje sa, alebo nie?
- ▶ Newtonove zákony
- ▶ Aplikácia Newtonových zákonov
 - Gravitačná sila
 - Trenie
- ▶ Fyzika na ihrisku a vo vesmíre.
- ▶ Otáčavý účinok sily.
- ▶ Ťažisko



V prvej kapitole “Čo je fyzika” sme hovorili o tom, ako vedci pracujú. Prvým krokom je pozorovanie. Svet vnímame svojimi zmyslami. Päť zmyslov je zrak, sluch, hmat, čuch a chuť. Za pochopením fungovania našich zmyslov je veľa fyziky, biológie a chémie. Naše zmyslové orgány sú väčšinou stimulované vlnami. Naše oči sú citlivé na viditeľné svetlo. náš sluch vníma akustické vlny. Vnímanie zmyslov kože má mechanickú povahu. Reagujú na tlak, ohyb alebo iné mechanické deformácie receptora. Môžeme si to predstaviť ako tlak, ťah alebo niekedy ohyb. Začneme našim vnímaním pôsobiacej sily. Nasledujúce príklady vám ukážu rôzne situácie, v ktorých môže Arphy pociťovať tlak alebo ťah. Skôr ako si pozriete animáciu, skúste sa zamyslieť a vyskúšať si svoju intuíciu.

Myšlienková mapa ukazuje, čím sa budeme zaoberať v tejto kapitole. Všetko sa týka síl. Čo je to sila, ako ju vnímame svojimi zmyslami, aké sú dopady pôsobenia sily (síl), aké zákony a nástroje používame na výpočty, aká je jednotka sily v SI sústave.



Začneme vnímaním pôsobiacej sily a vysvetľovaním interakcií, aby sme pochopili súvislosť medzi pohybom a silou. Budeme študovať Newtonove zákony a pokračovať v ich aplikáciách. Pomocou videí a animácií budeme postupovať krok za krokom, a ak to bude možné, ponúkneme nápady na vlastné projekty a predstavíme vám technické aplikácie.

Príklad 1.

Arphy stojí na podlahe.

Čo si myslíte? Cíti Arphy nejaký tlak alebo ťah? Odpoveď nájdete v animácii. To, že stojíme, je naša každodenná skúsenosť, naše zmysly ju vnímajú, ale náš mozog ju už nevyhodnocuje. Takáto situácia nepredstavuje žiadne riziko.

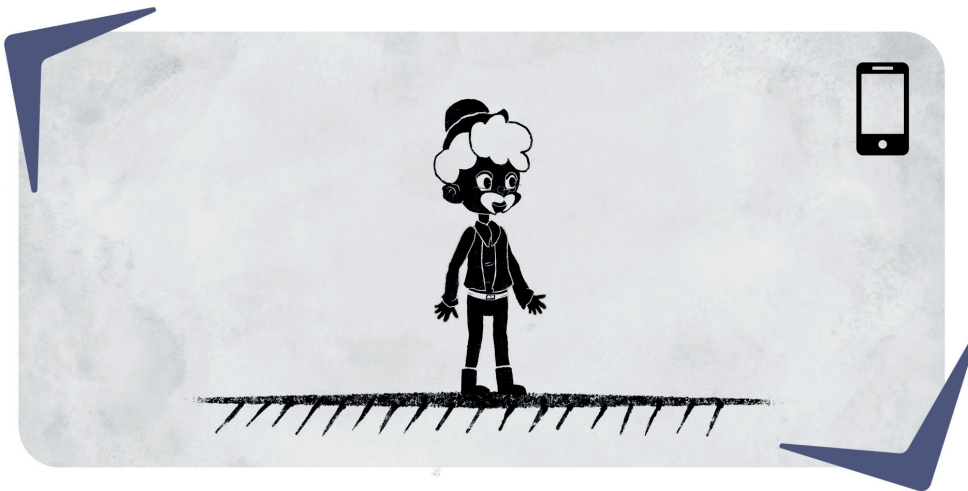
Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Príklad 2.

V tomto príklade ide Arphy do telocvične a visí na gymnastickom kruhu. Nie je to to, čo robí denne. Čo cíti vo svojich rukách? Čo sa stane, ak sa prestane držať?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Príklad 3.

V príkladoch 3 a 4 pôsobí na Arphyho jeho priateľ silou. Čo sa stane s Arphym?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Príklad 4.

Pozrite si animáciu, a potom sa zamyslite nad rozdielmi, ktoré ste v týchto dvoch situáciách spozorovali.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Príklad 5.

Arphy kope do lopty na úplne odlišných povrchoch - na tráve a na parketách. Otázka znie:

Prečo sa lopta začala pohybovať?

Prečo sa lopta nezastavila v rovnakej vzdialenosti? Pozrite si animáciu.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Príklad 6.

Arphy sedí v aute, ktoré sa pohybuje v priamom smere, a bez brzdenia narazí do stojacej dodávky. V našich animáciách sa Arphymu nič nestane, sústreďte sa len na autá. Po pozretí animácie odpovedzte na nasledujúce otázky.

Čo sa stalo s autami? Posunuli sa a ako?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Príklad 7.

Teraz sme situáciu zmenili: Arphy sedí v aute, ktoré sa pohybuje v priamom smere, a narazí do menšieho auta, ktoré stojí na mieste, opäť bez zabrzdzenia. Pozrite si animáciu a odpovedzte na rovnaké otázky.

Čo sa stalo s autami? Posunuli sa a ako?

Ako sa líšia vaše odpovede pri týchto dvoch zrážkach?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Príklad 8.

Arphy otvára dvere kľučkou v rôznych vzdialenostiach od osi otáčania. Pozrite si animácie a odpovedzte na nasledujúce otázky:

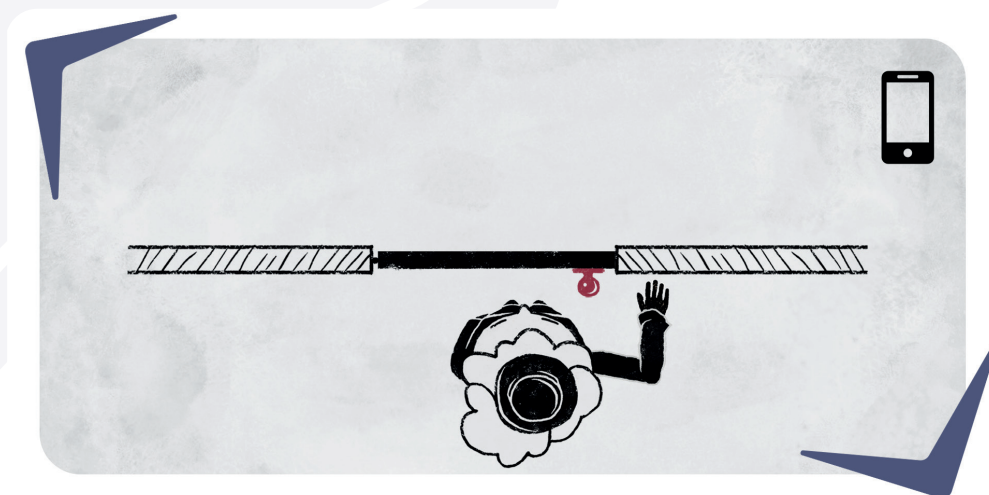
Kam by ste umiestnili kľučku na otváranie, aby sa dvere otvárali čo najľahšie?

Môžete to vyskúšať aj tak, že zatlačíte na dvere a otvoríte ich v rôznych vzdialenostiach od rámu dverí.

Vaša pripomienky, otázky, postrehy.

Vo všetkých prípadoch existoval jeden spoločný faktor - tlak alebo ťah. Takto popíšeme tzv. silové pôsobenie na objekty.





► **Triedenie sily a pohybu**

Na nasledujúcom obrázku sú rôzne aktivity: Zoradte ich do nasledujúcej tabuľky "TLAČIŤ" a "ŤAHAŤ".

Triediť Tlačiť



Fig. 24



Fig. 25

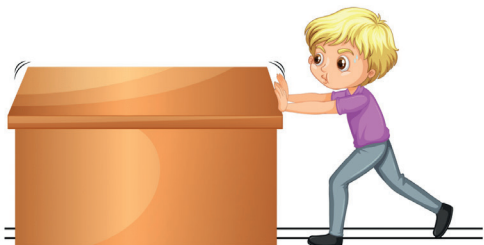


Fig. 26

Triediť Ťahať



Fig. 23

TLAČIŤ	ŤAHAŤ



Na základe všetkého, čo ste doteraz sledovali, môžeme povedať, že sila je mierou interakcie. V našich prípadoch išlo o vzájomný kontakt, ale interakcia môže nastať aj prostredníctvom prítomnosti poľa, napríklad magnetického, elektrického alebo gravitačného. Pozrite si nasledujúce príklady týchto interakcií.

Magnetické pole

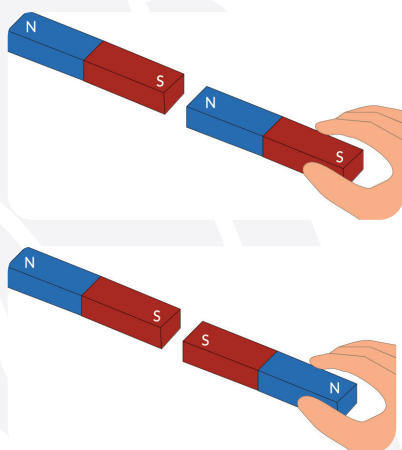
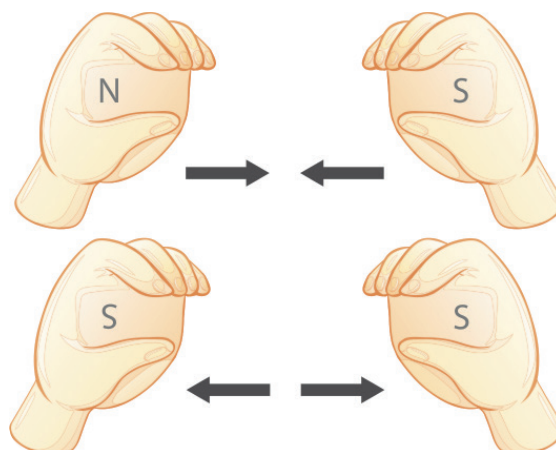
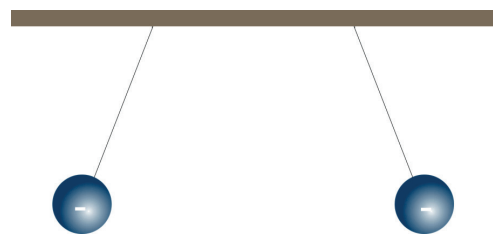
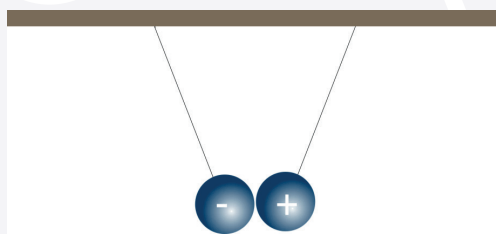


Fig. 28



Elektrické pole



Gravitácia



Fig. 27

Vzájomný kontakt môže tiež spôsobiť deformáciu, ale v našich prípadoch predpokladáme, že máme len tuhé teleso, ktoré sa nedeformuje alebo je deformácia taká malá, že ju môžeme zanedbať.

Mechanika - dynamika: Pohybuje sa alebo nie?

Vydajme sa na krátku cestu za minulými objavmi. Animácie v predchádzajúcej časti ukázali možnosti rôznych dôsledkov pôsobenia sily na objekt. Od čias Aristotela (384_322 pred n. l.) sa pozorovala zmena pohybu, a preto sa vedci zaujímali o vzťah medzi silou a pohybom. Pre Aristotela bol prirodzený stav objektu v pokoji a na udržanie objektu v pohybe bola podľa neho potrebná sila. Okrem toho Aristoteles tvrdil, že čím väčšia sila pôsobí na objekt, tým väčšia je jeho rýchlosť.

O 2000 rokov neskôr Galileo nesúhlasil: tvrdil, že je rovnako prirodzené, ak sa objekt pohybuje konštantnou rýchlosťou, ako aj to, že je v pokoji. Galileo začal robiť niekoľko experimentov a pozorovaní na túto tému.

Vzťah medzi zmenou pohybu a silou napokon opísal sir Isaac Newton (1642-1727). Patrí k najväčším fyzikom všetkých čias. Newtona vychovávali starí rodičia na vidieku, kde mohol robiť množstvo pokusov. Jeho matka veľmi skoro ovdovela, potom sa znovu vydala, a tak Isaac odišiel žiť k starým rodičom. Matka chcela, aby sa stal farmárom, ale jeho zaujímalo ďalšie štúdium.



Galileiho myšlienkový experiment bol založený na pozorovaniach, pričom si predstavoval limitné situácie.

Postupoval takto. Predstavoval si nasledovné situácie:

1. Na tlačenie predmetu s drsným povrchom po doske stola konštantnou rýchlosťou je potrebná určitá sila.
2. Na tlačenie rovnako ťažkého predmetu s veľmi hladkým povrchom po stole rovnakou rýchlosťou bude potrebná menšia sila.
3. Ak sa medzi povrch predmetu a stôl umiestni vrstva oleja alebo iného maziva, na pohyb predmetu už nie je potrebná takmer žiadna sila.
4. Všimnite si, že v každom ďalšom kroku je potrebná menšia a menšia sila.
5. V ďalšom kroku si predstavil, že medzi stolom a predmetom nie je žiadne trenie - predmet sa bude pohybovať po stole konštantnou rýchlosťou bez pôsobenia sily.
6. K tejto situácii sa približuje oceľové guľôčkové ložisko valiace sa na tvrdom vodorovnom povrchu.

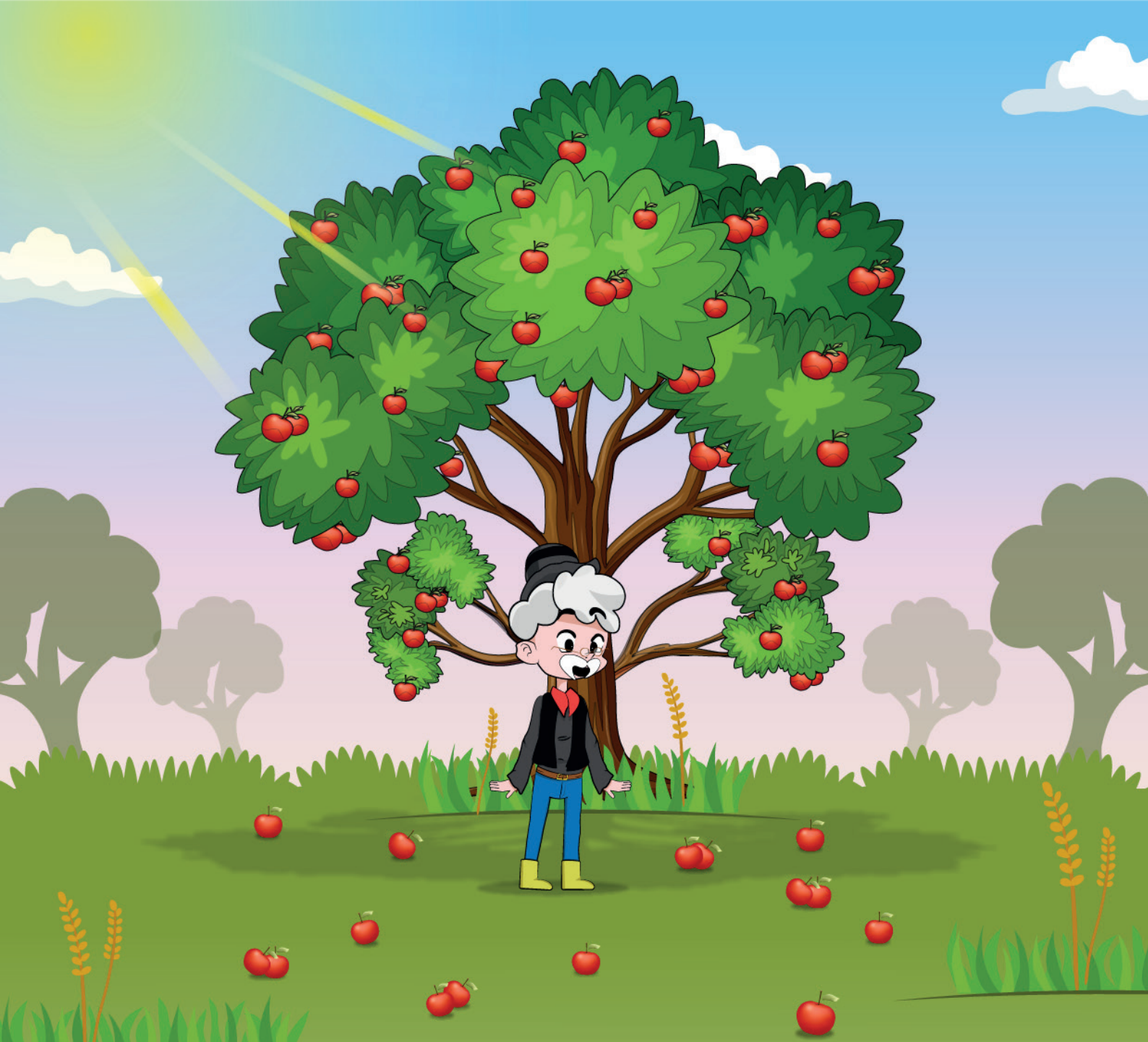
Takýto myšlienkový experiment umožnil Galileovi pochopiť zotrvačnosť objektov pohybujúcich sa konštantnou rýchlosťou, ak na nich nepôsobí žiadna vonkajšia sila.

Isaac Newton		Isaac Newton - Fyzika	
Matematika 	Pohyb		
Fyzika 	Gravitácia		
Chémia 	Svetlo		

Newton študoval na Cambridgeskej univerzite, ale keď v roku 1664 vypukla morová epidémia (niečo podobné ako epidémia Covid-21 v súčasnosti), univerzita musela byť na 18 mesiacov zatvorená. Newton sa uchýlil na vidiek, kde objavil zákony pohybu, gravitácie, venoval sa optike a vynášiel matematický základ kalkulu. Tieto najvýznamnejšie objavy vo svojom živote urobil vo veku 22 rokov.

Newton je považovaný za najväčšieho vedca všetkých čias, pretože prišiel na to, že je potrebné nielen opísať, čo sa stalo, ale aj zistiť a pochopiť prečo sa to stalo. Newton doslova spôsobil revolúciu vo vedeckom prístupe zdôraznením potreby objavovania, a nielen jednoduchého opisu. Vďaka nemu používame matematiku ako jazyk na opis fyziky. Dokázal, že presným opisom prítomného okamihu je možné predpovedať a opísať budúce udalosti.





Časť 2

MECHANIKA: DYNAMIKA



ARPHYMEDES



Mechanika - dynamika: Newtonove zákony

PRVÝ NEWTONOV ZÁKON

V 17. storočí prišiel Newton s tromi základnými myšlienkami, ktoré dodnes slúžia ako základ pochopenia fyzikálneho pohybu. Newtonove závery boli testované a overované. Limity týchto zákonov sa ukázali až vtedy, keď vedci začali skúmať objekty, pohybujúce sa rýchlosťou svetla, veľmi malé častice vo vnútri atómov, situácie s extrémnymi teplotami alebo vtedy, keď boli vzájomne pôsobiace objekty obrovské, ako napríklad galaxie.

Prvý Newtonov zákon hovorí, že objekt v pokoji má tendenciu zostať v pokoji a objekt v pohybe má tendenciu zostať v pohybe rovnakým smerom a rýchlosťou, pokiaľ ho netlačí alebo netiahá iná sila.

Táto tendencia objektu udržiavať svoj pokojový stav alebo rovnomerný pohyb po priamke sa nazýva zotrvačnosť, v dôsledku čoho sa prvý Newtonov zákon často nazýva zákon zotrvačnosti.

Teraz si tento zákon vyskúšajte sami: Sledujte pohyb dvoch drevených kvádrov na videu. Jeden z nich je pripojený gumičkou k jednej strane drevenej dosky.

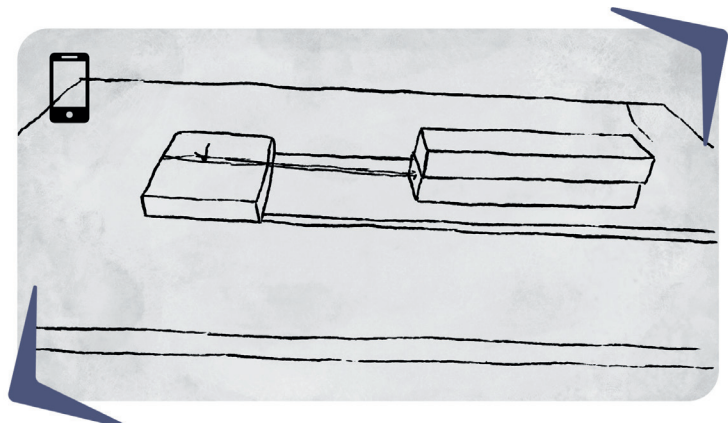
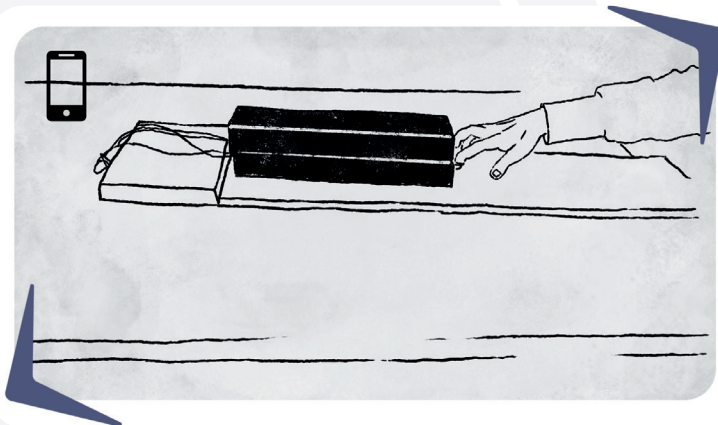
Najskôr sa oba bloky položia voľne na seba. Keď za spodný blok zatiahneme a uvoľníme ho, spodný blok sa pohne, zatiaľ čo horný zostane viac-menej na mieste.

Keď horný blok pripevníme k spodnému, a spodný blok opäť vytiahneme a uvoľníme, stane sa niečo iné. Bloky narazia na doraz. Spodný blok zostane nehybný a horný blok sa bude pohybovať ďalej z dôvodu zotrvačnosti.

Keď premýšľame o našich každodenných skúsenostiach, často sa stretávame so situáciami, ktoré zdanlivo odporujú prvému Newtonovmu zákonu. (Puk na ľade raz zastane a kameň, ktorý hodíme nahor spadne naspäť.) Veríme však, že pri absencii akýchkoľvek vonkajších síl by objekt s určitou rýchlosťou pokračoval po priamke do nekonečna.

Newton povedal, že jeho zákony vychádzajú zo základov jeho predchodcov, z ktorých sme už jedného z nich spomenuli: Galileo Galilei. Galilei si predstavoval idealizovaný svet bez trenia a uvedomoval si, že by to mohlo viesť k presnejšiemu a bohatšiemu pochopeniu skutočného sveta.

Vo fyzike, sa pri skúmaní účinkov viacerých síl na objekty, často zjednodušuje. Môžeme sa rozhodnúť zanedbávať určité faktory. Napríklad by sme mohli predpokladať, že objekty sú dokonale tuhé alebo ignorovať vplyv trenia. Je však veľmi dôležité postupovať opatrne pri určovaní situácií, v ktorých môžeme tieto zjednodušenia vykonať. Napríklad existencia trenia je životne dôležitá v scenároch ako sú zoskoky padákom. Dizajnéri pretekárskych áut okrem iného chápu význam trenia a obmedzenej odolnosti áut voči poškodeniu.



Niektoré experimenty, využívajúce prvý Newtonov zákon, vyzerajú ako kúzelnícky trik. Jeden si môžete pozrieť na videu: efektný trik by sa dal urobiť s obrusom. Obrus potiahnite naozaj rýchlo, a tanier a poháre zostanú na stole.

Návrh projektu.

Na vykonanie experimentu budete potrebovať iba 0,7 l plastovú fľašu.

Postup:

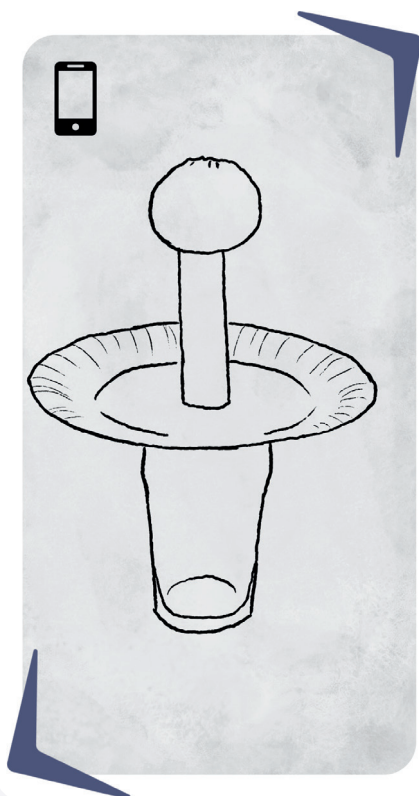
Do roh stola položte plnú fľašu vody. Najskôr skúšajte trik so zatvorenou fľašou a keď získate dostatočnú zručnosť, môžete nechať fľašu otvorenú. Jeden koniec obyčajnej nite priviažte k jej hrdlu.

1. Niť priviazanú o hrdlo fľaše ťahajte pomaly

Pri pomalom ťahaní za niť fľaša zareaguje a prevráti sa. Prečo sa to stalo?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Opísaný experiment sa môže vykonať aj za ťažších podmienok. V tomto prípade najprv položíme krabicu džúsu na roh stola a fľašu s vodou umiestnime až na jej hornú základňu. Potom vykonáme podobný experiment, ako v predchádzajúcom prípade. Trhnutie však musí byť naozaj rýchle. Dosiahneme ho tak, že voľný koniec nite navinieme na ceruzku a držíme ju v ruke. Rukou trhneme tak, aby sa niť neopierala o prsty ruky. Tie by mohli tlmiť trhnutie, čo nie je žiadúce.

2. Niť priviazanú o hrdlo fľaše prudko potiahnite.

Pri veľmi rýchlom potiahnutí sa niť pretrhne, ale fľaša sa ani nepohne. Viete to vysvetliť?

Návrh projektu.

Napíšte a uskutočnite vlastný experiment s použitím prvého Newtonovho zákona.

1. Urobte si prieskum v knihách, na internete a jeden si vyberte. Nezabudnite si zapísať zdroj.
2. Vytvorte si zoznam toho, čo potrebujete.
3. Zapíšte si postup.
4. Urobte experiment.
5. Experiment odprezentujte spolužiakom alebo ho urobte doma a nechajte rodičov, aby to natočili na video.
6. Čo bolo najzložitejšie? Čo ste sa naučili?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Vybraný experiment je z:

Potrebné materiály:

Náčrt experimentu:

Postup:



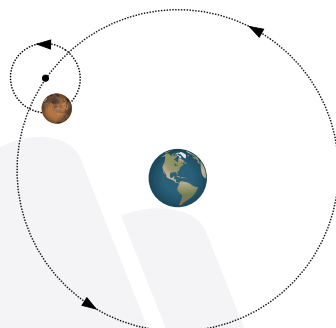
DRUHÝ NEWTONOV ZÁKON

História pohybových zákonov siaha až ku gréckemu filozofovi Aristotelovi (384 - 322 pred n. l.). Jeho názory na pohyb boli veľmi akceptované práve vďaka ich zosúladieniu s prirodzenými pozorovaniami. Aristoteles tvrdil, že na udržanie pohybu objektu je potrebné neustále pôsobiť silou. Tiež veril, že hmotnosť ovplyvňuje pohyb padajúcich predmetov.

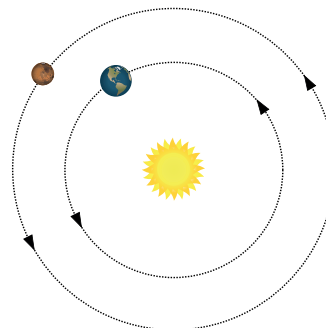
Jeho názory boli prvýkrát spochybnené v 16. storočí, keď Mikuláš Koperník publikoval svoj model vesmíru. Kým Aristoteles zastával názor, že Slnko, Mesiac a planéty sa točia okolo Zeme, Kopernikov heliocentrický model predstavoval inú perspektívu. Hoci to priamo nesúvisí s mechanikou pohybu, Kopernikov kozmologický model odhalil obmedzenia Aristotelovho vedeckého poznania.

Ďalším, kto spochybnil Aristotelove myšlienky, bol Galileo Galilei. Jeho pokusy s padajúcimi predmetmi dokázali, že Aristotelovo presvedčenie, že hmotnosť ovplyvňuje padajúce predmety, bolo nesprávne.



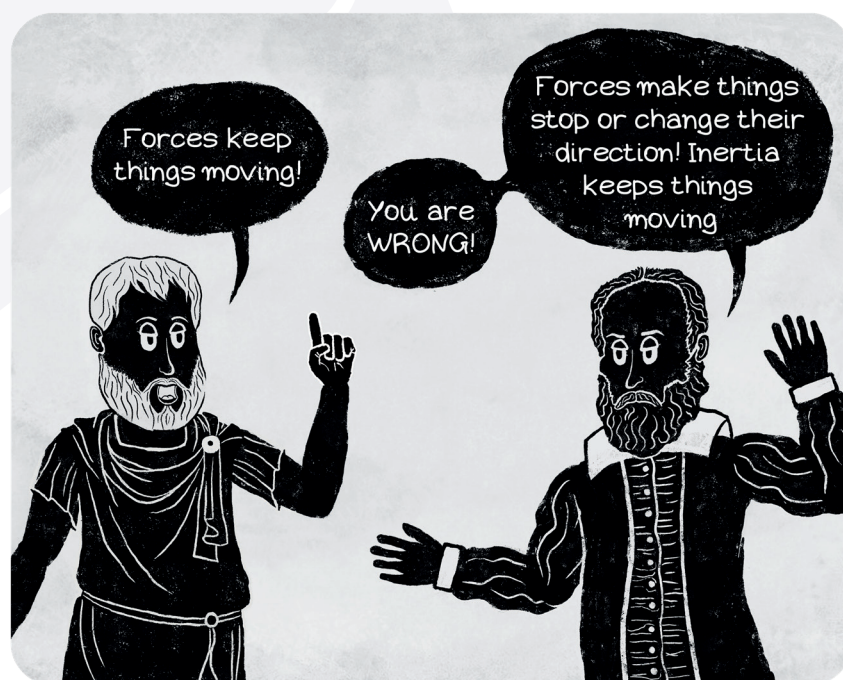


Geocentrický
systém



Heliocentrický
systém

Fig. 29



Bol to však René Descartes, kto vytvoril karteziánsku súradnicovú sústavu a posunul tak chápanie pohybu. Navrhol tri prírodné zákony. V podstate tvrdil, že každá vec zostáva vždy v rovnakom stave, a preto keď sa raz pohne, vždy pokračuje v pohybe, a všetok pohyb je sám o sebe po priamke. Newton jednoznačne študoval Descarta.

Druhý Newtonov zákon hovorí, že ak dôjde k zmene rýchlosti objektu alebo ak pohybujúci objekt zmení smer, príčinou je vonkajšia sila.

Sila má značku – **F** , jej jednotka SI sústave je Newton - symbol N.

Druhý Newtonov zákon zapíšeme v nasledujúcom tvare: $F = m a$, jednotky $N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$



Druhý Newtonov zákon hovorí, že zrýchlenie (zmena pohybu telesa) je priamo úmerné pôsobiacej sile a nepriamo úmerné jeho hmotnosti, pričom smer sily a zrýchlenia je rovnaký.

Sila a zrýchlenie sú veličiny, pre ktoré sa na úplný popis vyžadujú veľkosť aj smer. V rovniciach používame pre nich tučné znaky. Ak však vezmeme do úvahy smer pomocou znamienka plus alebo mínus, ako sme to už urobili v kinematike, tučné označenie nepotrebujeme. Príklady na nasledujúcich stranách ilustrujú uvedené v kontexte Newtonových zákonov. V animácii uvidíte Arphyho na kraji bazéna. Smer sily (tlak alebo ťah) ovplyvní výsledok situácie.

Pozrite si animáciu. Podľa smeru sily sa Arphy buď úplne namočí, alebo zostane bezpečne mimo bazéna. Príklady s tlakom alebo ťahom sme už mali, ale zamerali sme sa predovšetkým na to, ako vnímame pôsobenie sily.

A čo druhý Newtonov zákon v našom živote?

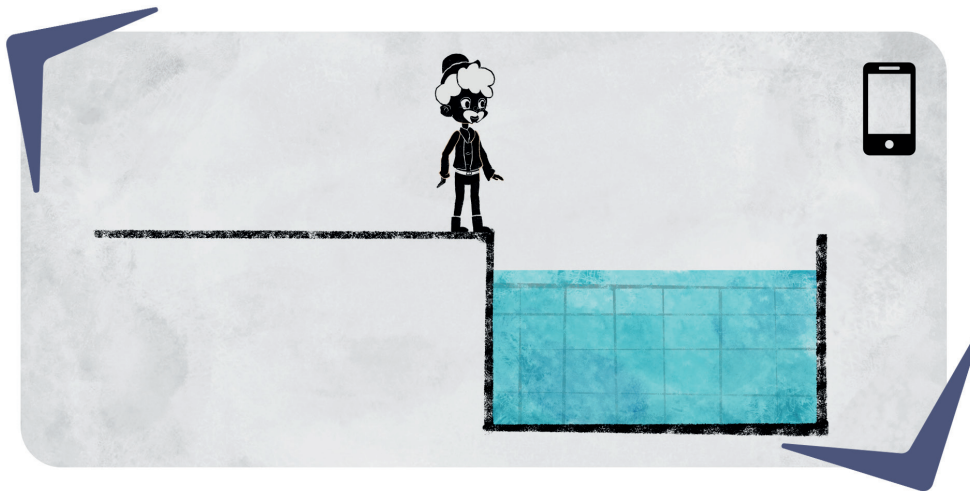
Vypočítajme zrýchlenie v rôznych situáciách v animácii s Arphym, ťahajúcim sane.

Arphy ťahá sane silou 100 N, pričom hmotnosť saní je 50 kg.

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

Odpoveď:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{100 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Teraz máme dve postavičky Arphyho, ktorí ťahajú 50 kg sane rovnakým smerom.

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

Odpoveď:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Čo ak Arphy ťahá 100-kilogramové sane?

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

Odpoveď:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{100 \text{ N}}{100 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$





Teraz máme dve postavičky Arphyho, ktorí ťahajú 100-kilogramové sane rovnakým smerom.

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

Odpoveď:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200 \text{ N}}{100 \text{ kg}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

V inej situácii máme štyri postavičky Arphyho, ktoré ťahajú 100 kg sane v opačnom smere.

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

Odpoveď: Nezabudnite, že musíme brať do úvahy aj smer.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200 \text{ N} - 200 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



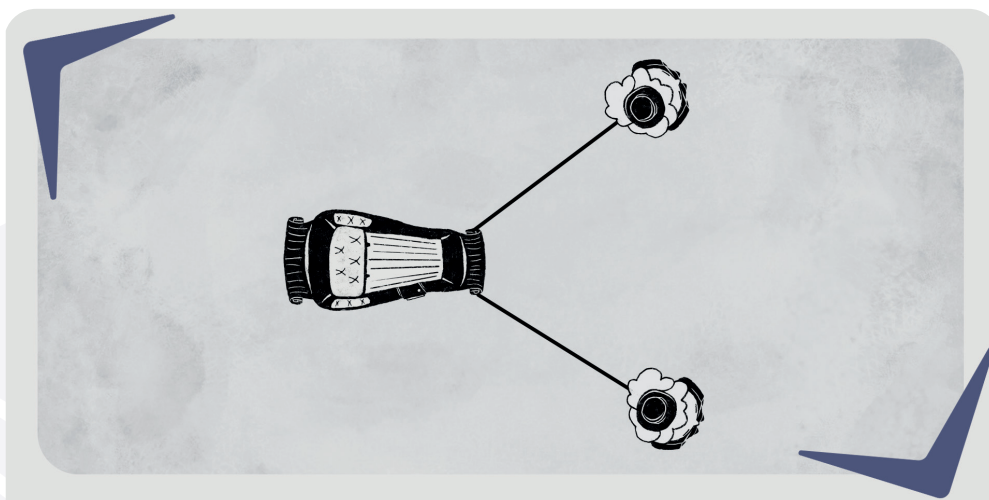
Vykonáme ďalšiu úpravu. Dve postavičky Arphyho ťahajú sane s hmotnosťou 100 kg silami, ktoré vytvárajú určitý uhol.

Otázka: Aké je zrýchlenie saní?

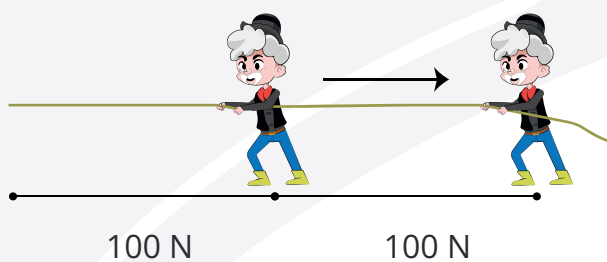
Odpoveď:

Z experimentov, ktoré ste videli na videách, môžeme usúdiť, že druhý Newtonov zákon sa týka celkovej vonkajšej sily. Celková sila je súčet všetkých síl, pôsobiacich na objekt, spolu s ich veľkosťou a smerom. Animácie a obrázky nám to pomôžu pochopiť.

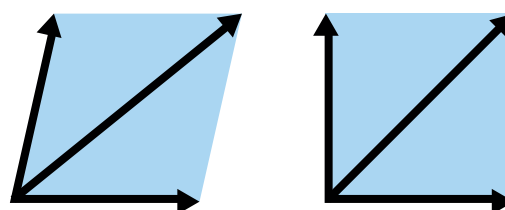




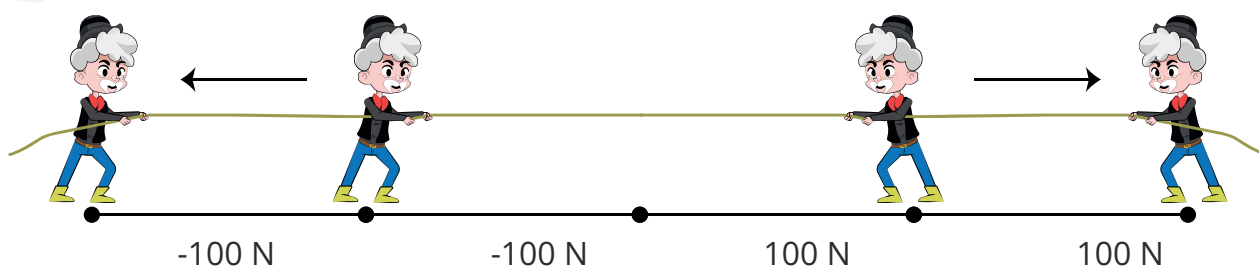
200N - Výsledná síla



Výsledná síla závisí od uhla



Výsledná síla = 0



Pochopiť rozdiel medzi vonkajšou a vnútornou silou vám pomôže nasledujúca animácia. Keď Arphy tlačí auto zvonku, pôsobí naň vonkajšou silou, a auto sa začne pohybovať. Keď však Arphy sedí v aute, môže tlačiť na volant koľko len chce, nič sa nestane, auto sa nepohne, pretože tlačenie volantu je vnútorná sila.

Ak to zhrnieme, tak ak poznáme zmenu rýchlosti, poznáme zrýchlenie a môžeme predpovedať, kde sa bude objekt v určitom čase a priestore nachádzať. Ak poznáme všetky sily, pôsobiace na basketbalovú loptu (vrátane trenia vzduchu), dokážeme vypočítať, či hráč skóruje alebo nie.





TRETÍ NEWTONOV ZÁKON

Tretí Newtonov zákon hovorí, že ku každej akcii existuje rovnako veľká, opačná reakcia. Ak zatlačíte nejaký predmet, tento predmet zatlačí rovnako v opačnom smere. Sily akcie a reakcie vytvárajú dvojicu. Spätný ráz dela pri vystrelení delovej gule je jednou z ukážok síl akcie a reakcie, ktorú ste mohli vidieť v mnohých historických filmoch. Keď sa z dela vystrelí delová guľa, delo sa pohybuje dozadu. Ako príklad sme použili obrázok Da Vinciho dela. Úloha: Uvedte aspoň 3 ďalšie príklady.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Nie je dôležité, ktorá z týchto síl sa považuje za "akciu" a ktorá za "reakciu". Okrem toho, aj keď sú sily akcie a reakcie rovnako veľké, pôsobia na rôzne telesá a ich účinky sú rôzne v závislosti od hmotnosti telies.

Sily akcie a reakcie existujú aj vtedy, keď sa dve vzájomne pôsobiace telesá priamo nedotýkajú, takže sily musia preklenúť priestor medzi nimi. To je prípad dvoch magnetov (magnetické pole), elektrických nábojov (elektrické pole) alebo objektov v gravitačnom poli. Hoci to tak nevyzerá, s takýmito silami sa stretávame dennodenne.



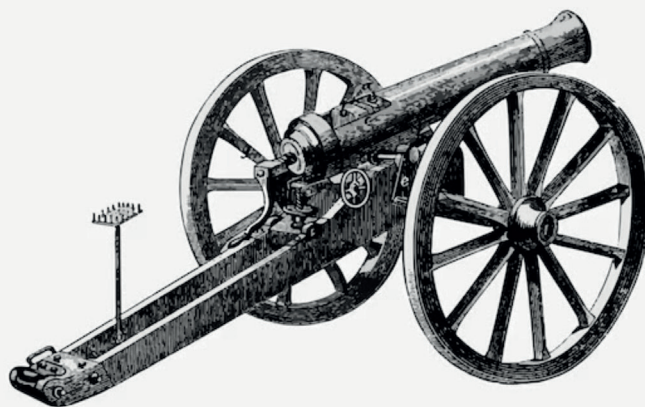


Fig. 30

Vypočítajme teraz silu akcie a reakcie medzi Zemou a jablkom. Budeme uvažovať o jablku vo voľnom páde z určitej výšky nad zemou. Zem pôsobí na jablko gravitačnou silou. Ak má táto sila veľkosť povedzme 5 N, potom z tretieho Newtonovho zákona vyplýva, že jablko pôsobí na Zem opačnou silou 5 N.

Sila, ktorou pôsobí na Zem je tiež gravitačná sila. Účinok jablka na Zem je však zanedbateľne malý, pretože hmotnosť Zeme je taká veľká, že sila len 5 N spôsobí zrýchlenie Zeme veľkosti: ($a = 8 \times 10^{-25} \text{ m/s}^2$).

Keď Arphy kráča, tlačí do zeme, a tá mu to vracia, čo je tiež príklad akcie a reakcie. Zem na Arphyho tlačí, takže na neho pôsobí sila, ktorá mu podľa druhého Newtonovho zákona udeľuje zrýchlenie, ale zároveň pôsobí sila trenia v opačnom smere, a tak podľa prvého Newtonovho zákona (zotrvačnosti) kráča viac-menej rovnakou rýchlosťou.

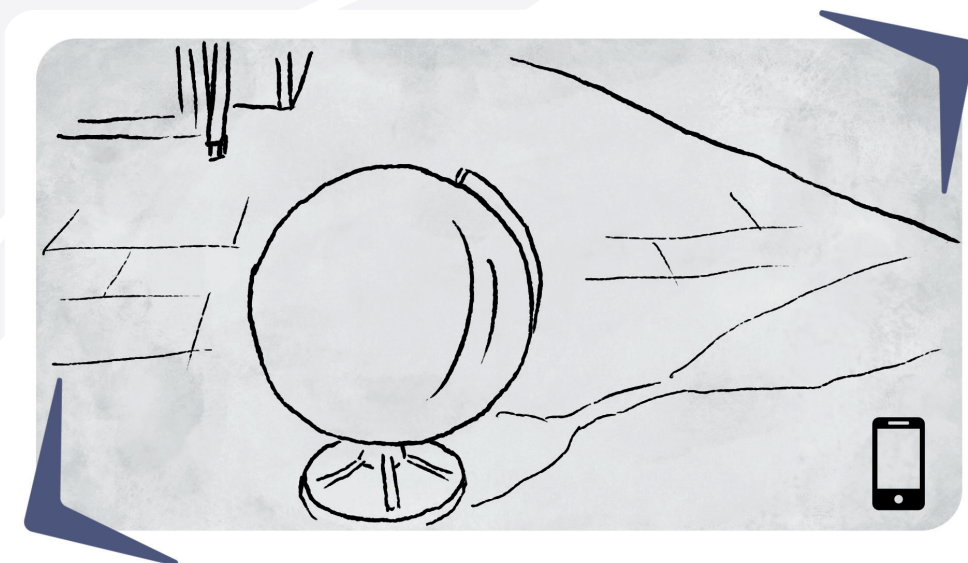
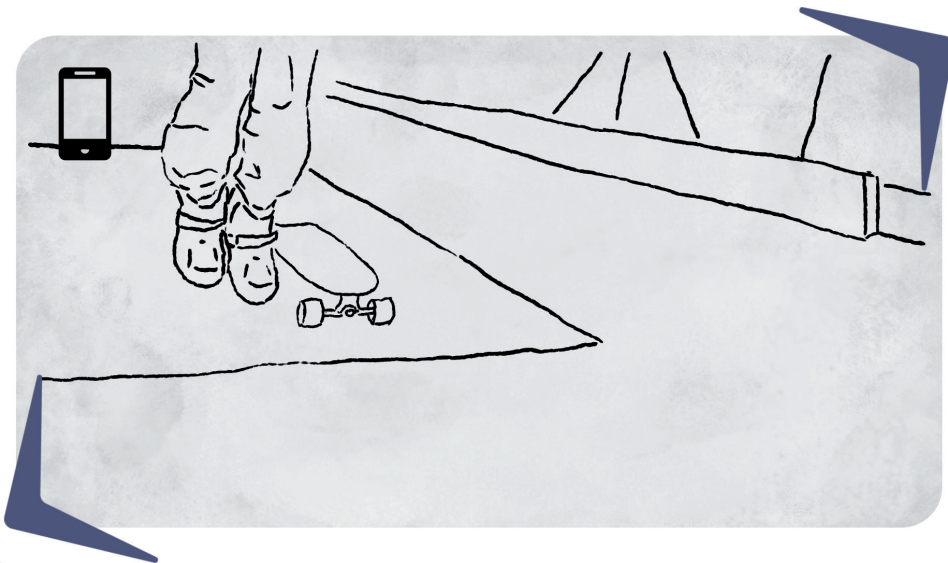
To isté platí aj pre skok. Keď skáčeme, tlačíme zem dozadu, aby sme mohli ísť dopredu. Keď sa niečo pohne dopredu, vždy sa musí niečo pohnúť dozadu. Pozrite si video so skákaním a skateboardom. Najprv na zemi skočíme dopredu. Pri pokuse o skok dopredu zo skateboardu sa nám to nepodarilo. Prečo?

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Pozrite si video s hračkárskym autíčkom, ktoré otáča glóbus. Opäť platí, že aby sa niečo mohlo pohybovať dopredu, musí sa niečo pohybovať dozadu. Glóbus však nie je stabilný a autíčko ho jednoducho roztočí.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.





To isté platí, keď sa autíčko pohybuje na tvrdom kartóne, podopretom ceruzkami. Aby sa autíčko pohybovalo dopredu, kartón sa pohybuje dozadu.

Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Tretí Newtonov zákon je prítomný všade. Zaujímavé príklady môžeme nájsť v živočíšnej ríši. Prúdový pohon spočíva vo vytláčaní látky cez otvor vysokou rýchlosťou. Aby sa hlavonožec, napríklad chobotnica alebo kalamár, mohol pohybovať pomocou prúdového pohonu, naplní svoju svalnatú plášťovú dutinu vodou (ktorá slúži na to, aby sa okysličená voda dostala k jeho žiabram), a potom ju rýchlo vypudí cez úzku dýzu a vysokou rýchlosťou sa pohybuje dozadu.

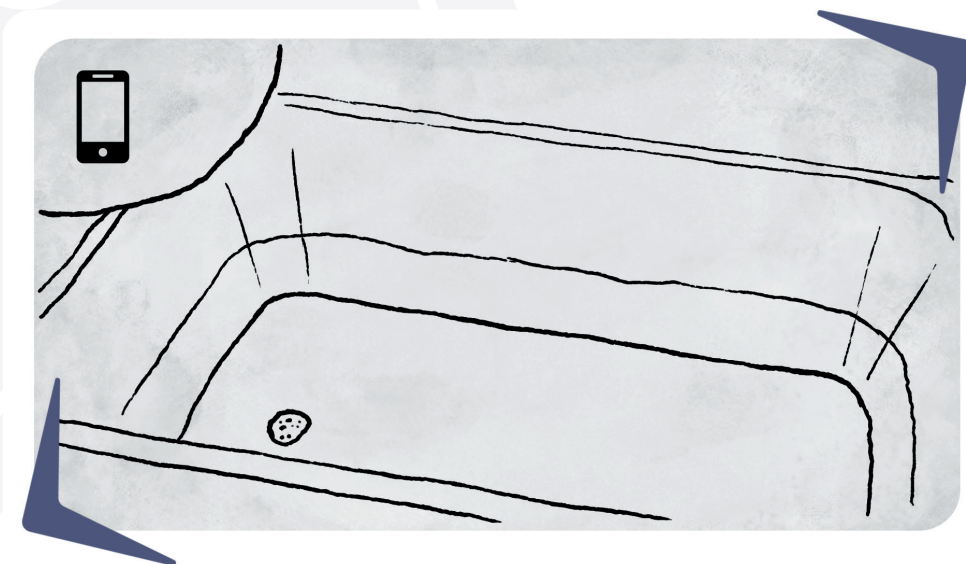
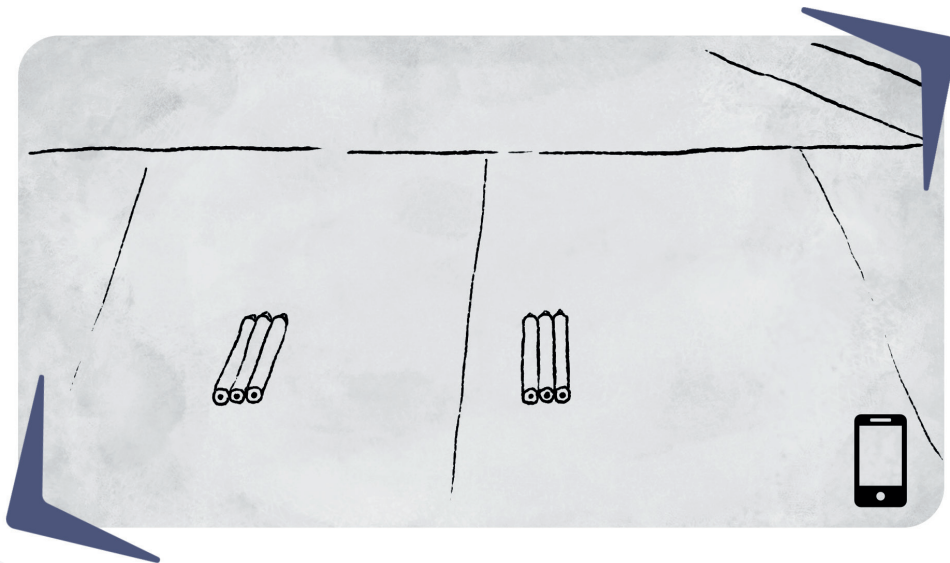
Nový výskum z roku 2021 ukázal, že motýle používajú na svoj let aj prúdový pohon (<https://www.snexplores.org/article/butterflies-use-jet-propulsion-for-quick-getawaysshowed>).

Motýle nepatria k druhom, ktoré by sme nazvali silnými letcami. Keď lietajú, vyzerá to skôr ako trepotanie. Tento ťažko predvídateľný pohyb zároveň sťažuje ich chytanie predátormi. Ak ste sa niekedy pokúšali chytiť odpočívajúceho motýľa, určite mi dáte za pravdu. Keď motýle zdvihnú krídla, stlačia vzduch dole, a to ich poháňa nahor, pri „tlesknutí“ krídiel vytvoria vzduchovú kapsu. Toto vrečko vytvorí silný prúd vzduchu, ktorý vystrelí medzi krídla za motýľom. Tento prúd vzduchu ho potom poháňa dopredu.

Ak si na internete vyhľadáte informácie o pohybe striebornoprstého žltouchvosta, nájdete video, ktoré ukazuje toto výnimočné využitie prúdového pohonu. Tento motýľ sa pohybuje smerom nahor, keď sa jeho krídla pohybujú smerom nadol, a dopredu vtedy, keď „tlesknú“. V technickej oblasti sa prúdový pohon používa najmä v lietadlách a raketových motoroch, ale možno ho použiť aj na prúdový pohon malých vysokorýchlostných lodí a rekreačných plavidiel.

Na videu si môžete pozrieť loď poháňanú prúdom vzduchu z balóna.





Vaše pripomienky, otázky, postrehy.

Vďaka nasledujúcemu rapu si môžete zákony ľahšie zapamätať.

*"Sir Issac Newton v čase moru, študoval z domu,
Koronavírus zmenil aj našu školu.
Zákony priniesla karanténa Newtona,
Rap nám snáď pomôže v pamäti ich uchovať.
Prvý Newtonov zákon jednoducho hovorí,
Objekt každý zostane v stave nezmenenom,
Buď v pokoji alebo v pohybe priamočiarom rovnomernom.
Len vonkajšia sila donúti ho stav zmeniť.
Veci lenivé sú, konanie meniť nechcú.
Zotrvačnosť za to môže! - repcú.
Druhý zákon vraví, ako sa rýchlosť mení,
Čím viac sily to pretekár ocení,
ale hmotnosť chceme malú – a sa rovná F delené m .
Tretí zákon vraví, že na každú akciu
nájdete rovnakú a opačnú reakciu.
Neudrieš stenu bez jej úderu späť,
reakcia rýchla a presná, tvoja bolesť bude desná.*



Návrhy projektov:

1. Sušič vlasov na vozíku na kolieskach.

Potrebné materiály:

Sušič na vlasy, skateboard, niečo na pripevnenie sušiča vlasov na skateboard, predlžovací kábel.

Postup:

Pripojte sušič vlasov tak, aby vzduch fúkal v pomyselné osi medzi kolesami skateboardu. Dávajte pozor, pretože ho môžete nechať pohybovať len po dĺžku predlžovacieho kábla.

Požiadajte spolužiaka, aby experiment zaznamenal.

2. Dve osoby s rovnakou hmotnosťou na dvoch skateboardoch

Potrebné materiály:

Dva skateboards a dvaja dobrovoľníci.

Z bezpečnostných dôvodov používajte prilbu a chrániče lakťov a kolien.

Postup:

Obaja dobrovoľníci stoja na skateboardoch tesne vedľa seba, tvárou k sebe.

Ak jeden z dobrovoľníkov zatlačí - obaja sa pohybujú rovnakou rýchlosťou, ale opačným smerom.

Požiadajte spolužiaka, aby experiment zaznamenal.

3. Balónová raketa

Úloha: Vyroberte balónovú raketu, aby ste pochopili tretí Newtonov zákon.

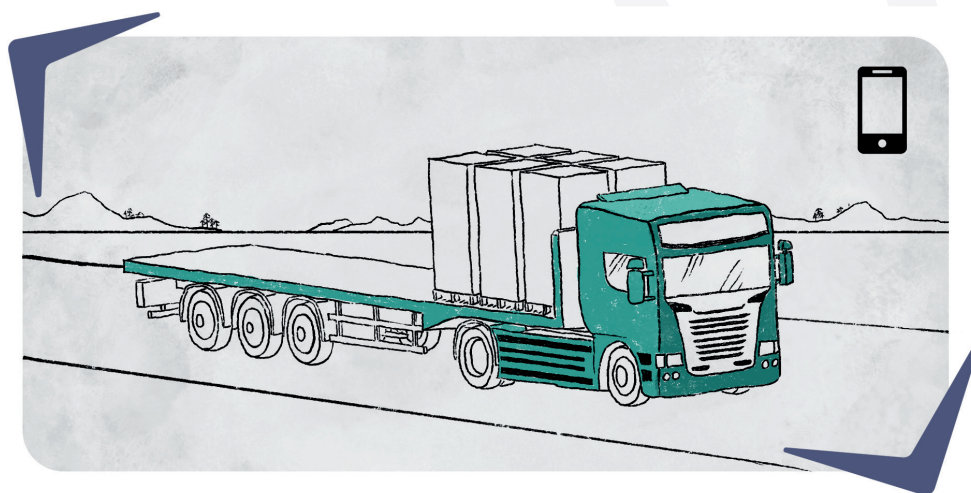
Potrebné materiály: 1 balón, 5 m šnúry, 1 slamka na pitie, lepiaca páska.

Postup:

1. Prestrčte šnúрку cez slamku
2. Konce šnúry priviažte k dvom stoličkám.
3. Šnúra musí byť pevne napnutá.
4. Balónik nafúknite, a potom ho držte za ústa tak, aby z neho neunikal vzduch.
5. Na prilepenie balónika k slamke budete potrebovať pomoc spolužiaka.
6. Teraz ste pripravení pustiť ústie balóna a sledovať, ako sa raketa posúva po šnúre.
7. Vzduch vyfukuje jedným smerom a raketa sa posúva smerom opačným.

Na poslednej strane nájdete dva 3D modely neskôr spomenuté v tejto kapitole:

▶ **3D model stojaceho nákladného
auta na ceste s rôznym sklonom**





**3D model nákladného vozidla, ktoré
vchádza do zákruty rôznou rýchlosťou**

