

TÉMA: JEDNODUCHÉ MECHANIZMY

Úvod: Predstavte si prehliadku všetkých možných strojov, ktoré kedy človek vymyslel. Od lietadiel cez buldozéry, detské kočíky, počítače, mixéry... všetky tie stroje, bez ktorých by náš život nebol taký komfortný. Pozrime sa bližšie na konštrukciu týchto strojov a zariadení. Všetky stroje, nehľadiac na to, aké sú zložité sú skonštruované pomocou prevažne len šiestich základných mechanizmov. Patria sem: naklonená rovina, klin, skrutka, páka, koleso a os (hriadeľ) a kladka. V tejto časti by sme sa mali bližšie pozrieť na to, ako na nich funguje pohyb a trenie.

Ciele a štandardy vo vymedzenom prírodovednom obsahu (príklady):

Praktické aktivity zamerané na skúmanie jednoduchých mechanizmov ozrejmi deťom ďalšie možnosti využitia týchto mechanizmov a to, ako je možné ich vzájomne používať, či spájať. S témou sa spája skúmanie síl a skúmanie pohybu, čo sú javy, s ktorými majú deti množstvo skúseností.

- Ak chceme zmeniť spôsob pohybu určitého predmetu, môžeme to urobiť tlakom alebo ťahom.
- Niečo, čo sa pohybuje sa môže začať pohybovať rýchlejšia alebo môže zmeniť smer svojho pohybu. Čím je sila pôsobiaca na pohybujúce teleso väčšia, tým väčšia zmena v pohybe nastane. Čím je pohybujúci sa predmet ťažší, tým menší efekt má sila na pohybujúci sa predmet.
- Pohyb predmetu môže byť opísaný jeho pozíciou, smerom pohybu a rýchlosťou. Pohyb je možné merať a meranie zaznamenať na grafe.

V programe výchovy a vzdelávania nie je téma zameraná na skúmanie mechanizmov, aj keď do vysokej miery je možné optimálne rozvinúť vedomosti v tejto oblasti v rámci pracovnej výchovy, v ktorej deti konštruujú. Pri konštrukcii pohyblivých zariadení si deti rozvinú oveľa viac predstáv o fungovaní jednoduchých mechanizmov ako pri konštrukcii pevných stavieb. Avšak mnohé z mechanizmov sa využívajú aj tu a je možné ich skúmať. V základe si deti uvedomujú význam týchto mechanizmov, ale spontánne neskúmajú ich fungovanie. V tomto smere by bolo dobré, keby mohol učiteľ deti usmerniť.

1 SKRUTKY A NAKLONENÉ ROVINY

Situácia A: Naklonené roviny

Úvod: Kam sa ide jednoduchšie, do strmého alebo plytkého kopca? Odpoveď je pomerne jasná. Vezmime si ale iný príklad. Máme dva rovnako vysoké kopce, jeden je strmý a druhý nie. Cesta na strmý kopec je samozrejme kratšia. Ak chceme vyjsť na kopec, v ktorom prípade budeme na to potrebovať viac sily? Aktivita je zameraná na ozrejmovanie pojmu sila v súvislosti s pohybom po naklonenej rovine.

Pomôcky: rovná doska (asi 60cm dlhá), 7 rovnako veľkých kníh, spinka na spisy (pevnejšia), gumička (alebo silomer) – ak používame gumičku, je potrebné vybrať takú, ktorá sa ľahko naťahuje (celkovo je použitie gumičky nepresné – nenatahuje sa priamo úmerne do dĺžky podľa sily, ktorá na ňu pôsobí), koliesková korčuľa, pravítko

Postup: Polož dosku na jednu knihu. Na šnúрку od korčule pripevni spinku na spisy a na ňu gumičku alebo silomer. Korčuľu polož na dolný koniec dosky a postupne začni gumičkou (silomerom) ťahať hore. Kým korčuľu ťaháš, zmeraj dĺžku gumičky (neplatí pre silomer, pretože sám odmeria hodnotu – tú si zapíš). Teraz urob stĺpec z troch kníh a použi tú istú dosku. Znovu zmeraj natiahnutie gumičky (silomeru).

Ozrejmovanie predstavy:

Experiment opakuj s použitím dvoch, piatich, šiestich a siedmich kníh. Výsledky si zapíš. Vedel by si predpokladať, aký výsledok by si získal pri použití štyroch kníh?

Vezmi si dve dosky. Jednu krátku a jednu raz toľko dlhú. Obe uložte na rovnaký počet kníh a zmeraj veľkosť sily, ktorú potrebuješ na vytiahnutie korčule hore. Aký výsledok predpokladáš?

Koncepty a prekoncepty o naklonených rovinách

Pri práci akéhokoľvek stroja musí jeho sila prekonať gravitáciu, trenie, molekulárnu súdržnosť a zotrvačnosť. Stroje sa používajú napríklad na znižovanie sily potrebnej na vykonanie určitej práce, na zrýchlenie práce alebo na zmenu smeru sily.

Naklonená rovina

Aj napriek tomu, že si to deti neuvedomujú, majú veľa skúseností s naklonenou rovinou. Napríklad stúpanie po točitom schodisku, šliapanie do vrchu, schádzanie naklonenej cesty na korčuľiach alebo na skateboarde. Veľmi dobre vedia, že ľahšie sa vyjde na strmý vrch po serpentínach. Podvedome tiež môžu vedieť, že predĺžením vzdialenosti sa znižuje vydávaná sila (napríklad ťahanie do kopca na bicykli je jednoduchšie po serpentíne a je to cítiť na sile, ktorú je potrebné použiť pri šliapaní do pedálov).

Pozornosť detí by bolo dobré zamerať na ozrejmienie pojmov výkonu a sily. Ak premýšľame o tom, či nám môže naklonená rovina znížiť potrebný výkon, tak zistíme, že nie. Ak stúpame do vrchu po serpentínach, ide to síce jednoduchšie, ale trvá tento nižší výkon dlhšie.

Výkon násobený vzdialenosťou sa rovná odporu násobenému vzdialenosťou. To znamená, že ak ťaháme 50kg náklad do výšky 5 metrov po naklonenej rovine dlhej 10 metrov, používame pri tom polovicu sily, ktorú by sme vynaložili na vytiahnutie tohto bremena priamo hore do výšky. Nižší výkon je však vynakladaný dlhšiu dobu. Keď ťaháme 50 kilový náklad po takto naklonenej rovine, vynakladáme takú silu, akoby sme ťahali len 25 kilový náklad. Ak 25 kilový náklad vynásobíme vzdialenosťou, ktorú musíme predmet ťahať, dostaneme výsledok 250. Podobne aj v prípade vytiahnutia 50kg nákladu do výšky 5 metrov dostaneme výsledok 250. Výsledok vyjadruje silu, ktorú je potrebné použiť. Ako vidieť, v oboch prípadoch je sila rovnaká, len je inak rozložená do výkonu.

V oboch prípadoch sme schopní výkon realizovať. Ak však ťaháme náklad po naklonenej rovine, ide to pomerne ľahšie, aj keď práca trvá dlhšie. Ak berieme toto za kritérium uľahčenia práce, potom nám skutočne naklonená rovina prácu uľahčuje. Asi aj z toho dôvodu, že veľmi silná záťaž unavuje svaly veľmi rýchlo.

Redukcia sily prostredníctvom jednoduchého mechanizmu sa nazýva úspora sily a je ju možné vypočítať ak vydáme veľkosť odporu veľkosťou výkonu. V našom prípade ide o pomer 50 kilového závažia a 25 kilového závažia (ťahaneho po naklonenej rovine). Tento vzťah vyjadruje, že ťahať náklad po takto naklonenej rovine je 2 x jednoduchšie ako vytiahnuť závažie priamo hore.

Je dobré, ak sa deti zaoberajú meraním sily a porovnávaním na naklonenej rovine, aj keď nemusia prísť až k cieľovému vysvetleniu. Môžu si aspoň skúšať akým rôznym spôsobom je možné odmerať vzdialenosť pôvodného miesta nákladu od cieľového miesta, kam má byť umiestnený. Môžu identifikovať vzdialenosti, ktoré je potrebné merať, resp. porovnávať aspoň približne. Môžu nachádzať rôzne spôsoby, ako odmerať silu, ktorú potrebujeme na zdvihnutie a posúvanie predmetu.

Klin (klinové upevnenie) je možné chápať ako dve naklonené roviny uložené opačne k sebe. Aj keď priame využitie tohto princípu je pomerne chabé a vysvetľuje sa už iba v špecifických odvetviach, v skutočnosti sa princíp využíva pomerne často. Napríklad aerodynamika – je to oblasť, ktorá sa zaoberá analýzou prieniku predmetov v tekutinách (vo vzduchu, vo vode). Ide v podstate o to, ako dosiahnuť lepší výkon použitím rovnakého množstva sily. Rezačka na papier, nože, strúhadlá na ceruzky, ihlice a klince, to všetko sú klíny, ktoré každodenné používame na rezanie alebo prenikanie do materiálov.

Skrutka je naklonená rovina obtočená okolo klinca. Ak povieme skrutka, zväčša si predstavíme špeciálne upravený klíncec so závitom, ktorý drží dva kusy dreva pohromade. Využitie skrutky je však oveľa širšie. Napríklad točité schodisko, serpentínové cesty vo vrchoch, zveráky, stoličky s nastaviteľnou výškou, nastaviteľné francúzske kľúče. Niekedy sa skrutka využíva veľmi netypicky, napríklad ako lodná skrutka alebo turbína lietadla.

V prípade, že skrutku využívame na zdvíhanie predmetov, má najvyšší potenciál v uľahčení práce zo všetkých používaných jednoduchých mechanizmov. Aj veľmi slabý človek dokáže zdvihnúť auto pomocou skrutkovitého zdviháku. Podobne ako v prípade naklonenej roviny, aj tu sa množstvo vykonanej práce rozkladá na dlhšiu vzdialenosť – zdvihákom zdvíhame auto veľmi pomaly, po malých kúskoch.

Kým zatiahneme skrutku jedenkrát okolo vlastnej osi, zaryje sa do dreva len o malý kúsok – o vzdialenosť medzi dvoma závitmi na skrutke. Čím je závit hustejší, tým je priťahovanie jednoduchšie, ale trvá dlhšie. Z toho vyplýva, že do tvrdšieho dreva sa zvyčajne dávajú skrutky, ktoré sa ľahšie priťahujú – teda tie, ktoré majú rozstup závitov menší. Tento rozstup sa nazýva aj stúpaním závitů. Ak si vezmeme dve skrutky rovnakej dĺžky ale rôzneho stúpania závitů, môžeme pozorovať, že skrutky sa líšia počtom závitů na tú istú dĺžku skrutky. Ak si vezmeme dve rôzne točité schodištia, ktorými vystúpime do tej istej výšky zistíme, že na jednom schodisku je stúpanie namáhavejšie a to na tom, na ktorom sú vyššie schody a otáčame sa okolo menej krát.

Mechanickú výhodnosť využitia skrutky počítame rovnako ako pri naklonenej rovine a to tak, že odpor delíme úsilím.

2 PÁKA

Situácia A: Udica

Úvod: Väčšina z nás má množstvo skúseností s využívaním princípu jednoduchej páky, napríklad pri používaní tenisovej rakety, hojdačky alebo metly. Mnohokrát si neuvedomujeme, že páku využívame. Jej využitie býva často veľmi prekvapivé. Aktivita je zameraná na ozrejmienie toho, do akej miery sú jednotlivé páky zhodné a ako rôzne je možné páku využívať.

Pomôcky: najvhodnejšie je, ak sa používajú skutočné predmety, ale v krajnom prípade je možné použiť aj predmety zobrazené na fotkách: udica so závažím, veslo, páčidlo, rezačka na papier, bedmintonová raketa, hojdačka, metla, otvárač na konzervy, táčky, golfová palica a iné predmety, ktoré využívajú jednoduchú páku

Postup: Na udicu zaves závažie tak, aby sa udica ohla na jej konci a závažie viselo nad zemou. Vezmi udicu do ruky a urob s ňou krátky pohyb do strany a sleduj, akú veľkú vzdialenosť prešiel zavesený predmet. Porovnaj túto vzdialenosť so vzdialenosťou, ktorú prešiel vrcholec udice a so vzdialenosťou, ktorú si urobil rukou.

Ozrejmovanie predstavy:

Vyskúšaj experiment s kratšou udicou a porovnaj s výsledkami, ktoré si získal.

Popremýšľaj, prečo sa udica používa práve takto? Aký úkon uľahčuje rybárovi takáto konštrukcia udice?

Porovnaj použitie ostatných nástrojov, ktoré máš k dispozícii v realite alebo na obrázku. Sleduj, či tieto nástroje používajú rovnaký princíp, či uľahčujú prácu rovnakým spôsobom. Posnaž sa zistiť, na ktorej časti páky sa nachádza závažie a porovnaj tento údaj s tým, na ktorú časť páky sa tlačí a kde sa páka opiera o pevný bod. Pokús sa porovnať sily, ktoré pri používaní predmetu na páku pôsobia z rôznych strán.

Prezri si aj svoje predlaktie. Často sa používa ako páka. Pokús sa priradiť ju do skupiny podobného využitia páky.

Situácia B: Bežne používané dvojité páky

Úvod: Nožnice sú najpoužívanejším náradím, ktoré využíva princíp dvojitej páky. Dvojité páky sa využívajú aj v mnohých iných náradiach, často vôbec nepripomínajú nožnice a pritom ich využitie môže byť veľmi podobné. Cieľom aktivity je identifikovať, kde všade sa využíva princíp dvojitej páky a preskúmať, ako dvojité páky fungujú, ako nám uľahčujú prácu.

Pomôcky: nožnice, kliešte, pinzeta, pákový odšťavovač na citróny, pákový luskáčik na orechy, klieštičky na cukor, nožnice na plech

Postup: Vezmi si nožnice a snaž sa na nich nájsť tri základné miesta, podľa ktorých je možné dvojité páky identifikovať. Prvým z nich je miesto, ktoré sa nepohybuje, keď striháš. Je to miesto, kde sa obe páky vzájomne o seba opierajú. Toto miesto nazývame aj pevný bod. Druhé miesto je miesto, kde je potrebné vytvárať silu. Pozoruj nožnice, popremýšľaj a zisti, v ktorom mieste na nožnice tlačíš. Tretím miestom je to, kde sa tvoja sila prejaví na strihanom materiáli.

Ozrejmovanie predstavy:

Keď striháš papier, na ktorej časti ostria vytváraš najväčšiu tlak? Pokús sa prestrihnúť niekoľko preložených papierov. Je jednoduchšie ich prestrihnúť pomocou špice nožníc alebo v blízkosti miesta, kde sa ostria schádzajú?

Pracujú všetky dvojité páky rovnako? Vezmi si postupne do rúk všetky predmety a porovnávaj ako fungujú. Pokús sa vysvetliť rozdiely napríklad medzi nožnicami a pinzetou. Porovnávaj, ako sú na nástroji rozmiestnené miesta, kde je potrebné vytvárať silu, miesta, kde pôsobí opačná sila a kde sa voči týmto miestam nachádza pevný bod.

Pokús sa nájsť na svojom tele tie časti, ktoré pracujú ako dvojité páky.

Situácia A: Pohyblivé dekorácie

Úvod: Aktivita je síce zameraná na vytváranie dekorácií, ktoré sa pohybujú už pri veľmi slabom vánku, ale výborne môže poslúžiť na praktické ozrejmovanie princípu páky a vytváraniu rovnováhy na páke vzhľadom na sily na ňu pôsobiace.

Pomôcky: slamky, tenká nitka, lepiaca páska, spinky na spisy, pravítko, nožnice, pastelky, výkres

Postup: Z nitky odstrihni niekoľko nitiek s dĺžkou medzi 20 – 30 cm. Na každú pripevni jednu spinku na spisy. Šnúrkou popriväzuj rovnomerne na slamku. Slamku priviaž k pravítku a pravítko upevni na operadlo stoličky. Stoličku vylož na stôl, aby tvoja pohyblivá dekorácia visela vo väčšej výške. Z výkresu vystrihni napríklad rybky rôznej veľkosti a rôzneho tvaru (alebo iné objekty). Postupne pripínaj tieto objekty k spinkám. Snaž sa vytvoriť rovnováhu – aby bola slamka uložená vodorovne. Ak je to potrebné posúvaj po slamke priviazané objekty tak, aby si rovnováhu vytvoril.

Ozrejmovanie predstavy:

Akým spôsobom si musel objekty posúvať, aby si vytvoril rovnováhu?

Pokús sa vytvoriť dekoráciu z viacerých slamiek. Skús si najskôr zložitejšiu dekoráciu nakresliť tak, ako si myslíš, že by mohla byť v rovnováhe. Potom ju skús vyrobiť.

Ak máš slamku nahnutú na jednu stranu, čo musíš urobiť, aby si vytvoril rovnováhu? Je dôležité aký veľký tvar máš na nitke zavesený? Ak sú dva tvary rovnako veľké, sú vždy rovnako ťažké? Je dôležité to, na akej dlhej nitke tvar visí? Je dôležité to, v akej vzdialenosti od stredu slamky je objekt zavesený? Pokús sa zistiť, čo všetko rovnováhu ovplyvňuje. Snaž sa, aby sa objekty medzi sebou nedotýkali, aby sa mohli v prievane voľne pohybovať.

Koncepty a prekoncepty o pákach

Už v starovekom Grécku boli známe základné princípy fungovania páky. Známym je napríklad Archimedov výrok o tom, že aj Zemou sa dá pohnúť, ak by sme mali k dispozícii dostatočne dlhú páku, pevný bod a miesto, kde sa postavíme. Zväčša sa však páka používa bez toho, že by konštruktéri analyzovali principiálny spôsob jej využívania.

Napríklad japonský národný šport džudo je založený na vedomosti, že pohyb celého ľudského tela je postavený na fungovaní pák. Tak isto je známe, že golfový hráč, ktorý má dlhšie ruky dokáže odpáliť loptičku ďalej (dokáže jej dať väčšiu rýchlosť) ako hráč s kratšími rukami.

Pri využívaní páky vždy rozlišujeme tri body – oporný bod, miesto odboru a miesto pôsobenia sily. Využitie jednoduché páky môže mať tri aplikácie. Najviac sa používa páka tak, že tlačíme na páku, ktorá je vo vzdialenejšej časti opretá o pevný bod a odpor pôsobí tým istým smerom ako my, ale na opačnej strane páky.

Najpoužívanejšou a veľmi obľúbenou pákou je hojdačka. Aj tá má tri základné body typické pre páky. Pevný bod (tam kde sa hojdačka otáča), miesto pôsobenia sily (tam, kde sa vynakladá sila na rozhodávanie) a miesto pôsobenia odporu (časť na ktorej je náklad). Ak je na oboch koncoch hojdačky rovnako veľký náklad, hojdačka je vyvážená a na to, aby sa hojdača, je vždy potrebné z oboch strán dodať rovnako veľkú silu.

Tak ako aj v prípade iných jednoduchých mechanizmov, existuje rovnosť medzi vynaloženým úsilím násobeným vzdialenosťou (od miesta pôsobenia sily k pevnému bodu) a veľkosťou odporu násobenou vzdialenosťou (od miesta pôsobenia odporu k pevnému bodu). Ich pomerom získame mechanickú výhodnosť využitia. Stačí vydeliť vzdialenosť pevného bodu od miesta pôsobenia sily vzdialenosťou miesta pôsobenia odporu od pevného bodu. Trenie má v prípade páky zanedbateľný účinok a tak sa neberie do úvahy.

Ak chceme, aby si deti osvojili princíp páky, najvhodnejšie na to je jednoduché experimentovanie s rovnováhou predmetov.

Pri jednoduchých pákach rozlišujeme tri druhy využitia. Nie je cieľom, aby sa ich deti učili, ale je dobré, ak sústreďujú svoju pozornosť na porovnanie detailov funkčného využitia páky v jednotlivých predmetoch. Rozvíjajú sa tým napríklad aj ich schopnosti klasifikácie (hľadanie zhodných vlastností, princípov a pod.).

Hojdačka, páčidlo a otvárač na konzervy sú typickým príkladom páky prvej triedy. V tejto triede je pevný bod umiestnený medzi miesto pôsobenia sily a miesto pôsobenia odporu. Ak zložíme dve takéto páky dohromady, získavame predmety typu nožníc. Tým, že meníme vzdialenosť pevného bodu od miesta pôsobenia sily meníme aj silu potrebnú na zvládnutie odporu alebo môžeme zrýchľovať pohyb na konci páky pomerne pomalým pohybom na strane pôsobenia sily. Tento typ páky dokonca mení smer pohybu. Napríklad na nožnice tlačíme opačným smerom k tomu smeru, ktorým sa pohybujú. Ak je však vzdialenosť miesta pôsobenia odporu a miesta pôsobenia sily od pevného bodu

rovnaká, takouto pákou je možné len meniť smer pôsobenia sily. Neznižuje sa potrebná sila a ani sa pohyb predmetu nezrýchľuje (napríklad hojdačka).

Táčky sú typickým príkladom druhej triedy páky. Príkladom dvojitej páky tejto triedy je napríklad luskáčik na orechy. Pevný bod je umiestnený na začiatku páky. Odpor pôsobí v blízkosti pevného bodu a my musíme pôsobiť na opačný koniec páky proti pôsobeniu odporu. Je to akoby sme chceli pomocou palice odvaliť kameň z cesty. Čím bude palica dlhšia, tým ľahšie to pôjde.

Treťou triedou páky je umiestnenie pevného bodu na kraji páky, pričom sila pôsobí v blízkosti pevného bodu a odpor pôsobí opačným smerom na konci páky. Typickým príkladom je používanie predlaktia. Ak niečo držíme v ruke, lepšie to udržíme, ak lakeť oprieme o stôl – pevný bod a zdvihnúť to môžeme len pôsobením sily s opačným pôsobením ako pôsobí závažie v ruke. Tým menej sily potrebujeme, čím bližšie k pevnému bodu táto sila pôsobí – používame biceps v ramene. Inými príkladmi sú tenisová raketa, udica, metla, mucholapka. Dvojité páky tejto triedy sa používa napríklad pri pinzete, klieštikoch na cukor. V tomto type páky sa sila zamieňa za rýchlosť a vzdialenosť. Ak napríklad chce rybár pomerne rýchlo pohybovať háčikom na udici, môže to robiť aj len veľmi nepatrným pohybom udice v ruke.

Tvorba pohyblivých dekorácií je veľmi zaujímavou činnosťou. Nie je náročná na materiál a deti sa majú možnosť dostatočne oboznámiť s rôznymi možnosťami ako vytvárať rovnováhu takýchto komplikovaných telies. Aj keď sa páka používa v mnohých predmetoch, rovnováha je predsa niečo iné a často si deti páku s rovnováhou telies nedávajú do súvislosti. Výhoda aktivity je v tom, že na jednom skonštruovanom telese môžeme demonštrovať všetky faktory vytvárania rovnováhy – vzdialenosť od pevného bodu, dĺžku šnúrky, veľkosť, tvar a hmotnosť zavesených predmetov. Vždy je možné meniť jeden z faktorov, aby sme získali požadovanú rovnováhu. Deti sa učia alternovať – buď zavesíme väčšie závažie alebo závažie posunieme bližšie k pevnému bodu.

Praktické využitie páky je známe od nepamäti. Keď sme už spomenuli Archimeda, aj on zostrojil pre svojho vládcu niekoľko veľmi známych aplikácií páky. Napríklad to bol katapult, ktorým vysielal medzi nepriateľa obrovské množstvo kamenia. Tiež to boli žeriavy a iné vymoženosti, pracujúce takmer výlučne na pákach. Archimedes sa zaoberal aj rovnováhou telies a práve on bol prvý, kto prišiel na to, že nie vždy je centrum gravitácie v strede objektu.

3 KOLESO A OS

Situácia A: Uľahčenie práce

Úvod: Využitie kolesa a osi je často veľmi zaujímavé a ani si nevedomujeme, aký princíp využívame. Zaujímavým príkladom je skúmanie práce, ktorú nám uľahčuje skrutkovač. Je to jednoduchá pomôcka, ktorá vynikajúcim a veľmi výrazným spôsobom uľahčuje prácu, popritom vysvetlenie princípu až také jednoduché nie je.

Pomôcky: skrutkovač s okrúhlou rúčkou, maskovacia lepiaca páska, kúsok mäkkého dreva, skrutka, kladivo

Postup: Prilož skrutku k drevu a pokús sa ju dostať do dreva pomocou kladiva. Potom si vezmi skrutkovač, chyť ho medzi rúčkou aj koncom, ktorým sa priťahuje skrutka a pokús sa skrutku priskrutkovať. Nakoniec použi skrutkovač tak, ako sa zvyčajne používa. Skrutku priťahuj pomocou rúčky. Kedy sa ti skrutka dostávala do dreva najlepšie?

Ozrejmovanie predstavy:

Ako sa ti darilo používať skrutkovač, keď si ho držal za rukoväť a keď si ho držal pod rukoväťou? Pri držaní skrutkovača pod rukoväťou sa ti ruka pravdepodobne šmýkala. Vyskúšaj ešte jeden pokus. Oblep celý skrutkovač maskovacou lepiacou páskou a porovnávaj priťahovanie skrutkovačom znovu. Zistil si nejaký rozdiel v tom, ako sa ti darilo priťahovať skrutku kým si držal rukoväť a kým si držal skrutkovať pod rukoväťou?

Je pri uľahčení práce so skrutkovačom dôležité, aký je skrutkovač dlhý? J dôležité ako širokú má rukoväť?

Situácia B: Remeňový pohon

Úvod: Aktivita je zameraná na spôsoby ako meniť smer pohybu kolies. Ak použijeme rôzne veľké kolesá (špulky) je možné aktivitou študovať aj spôsob zrýchľovania a spomaľovania kolies, ktoré sú vzájomne prepojené remeňom. Aj keď na bicykli používame ozubené kolesá, princíp je zhodný. Ozubené kolesá sú spojené reťazou, ktorá má zabezpečiť pevné spojenie oboch kolies. V tejto aktivite nepoužívame ozubené ale obyčajné kolesá, ktoré sú spojené remeňom – gumou.

Pomôcky: 4 prázdne špulky od nite rovnakej veľkosti (lepšie sú širšie, umelohmotné), doska veľkosti asi 20x20 cm, 4 klince s malou hlavičkou (zakončovacie), 4gumičky, fixka, kladivo

Postup: Do dosky pribi 4 klince tak, aby boli vo vzájomnej vzdialenosti asi 10 cm od seba do štvorca. Pribi ich dostatočne pevne, ale dôležité je, aby zostalo z dosky trčať dosť veľký kus klinca, na ktorý sa navlečie špulka. Vezmi si dve špulky a na ich vrchnej časti urob fixkou bodku. Navleč ich na dva susediace klince. Cez obe špulky prevleč gumičku tak, aby tvorili súkolesie. Potoč jednou špulkou a sleduj, ako sa točí druhá špulka.

Ozrejmovanie predstavy:

Znovu vytvor súkolesie pomocou dvoch špuliek a jednej gumičky, ale medzi navlečením na prvú a druhú špulku gumičku prekríž. Potoč jednou špulkou a sleduj, ako sa pohyb prejaví na druhej. Točia sa do rovnakej strany?

Skús zapájať pomocou ďalších gumičiek ďalšie špulky. Vždy sleduj, ako sa prejaví pohyb prvej špulky na pohybe ďalších špuliek.

Pokús sa vymyslieť čo najviac rôznych možností, ako skombinovať špulky.

Teraz sa vzájomne s kamarátom vyskúšajte. Povedz kamarátovi ako chceš aby sa druhá špulka točila, keď otočíš prvou a jeho úlohou bude zostaviť takú sústavu, ktorá umožní naplniť tvoje želanie. Skúšajte to s dvomi, tromi aj štyrmi špulkami.

Situácia C: Súkolesie (zvyšovanie rýchlosti)

Úvod: Aktivita je zameraná na ozrejmovanie toho, ako je možné uľahčiť prácu pomocou súkolesia (ozubeného alebo remeňového). V tomto prípade nejde len ozrejmovanie toho, ako sa dá meniť smer pôsobiacej sily pomocou kolesa, ale aj o to, ako je možné znižovať silu na úkor počtu otočení (vzdialenosti). Aktivita vysvetľuje funkciu prevodov a bicykli.

Pomôcky: bicykel s prevodom, fixka alebo krieda

Postup: Pozoruj ozubené kolesá na bicykli. Všimni si, že všetky, ktoré sú umiestnené na kolese sú menšie ako tie, ktoré sú umiestnené na pedáloch. Takže na pedáloch je vždy najväčšie koleso. Všimni si, ako sú ozubené kolesá spojené. Prehod' prevod tak, aby bola reťaz na najväčšom kolesovom ozubenom kolese. Prevráť bicykel naopak. Na koleso sprav fixkou (kriedou) značku. Pohni pedálom a sleduj, koľko krát sa koleso bicykla otočí, kým otočíš jeden krát pedálom. Prehod' prevod na bicykli tak, aby bol na najmenšom kolese a znovu opakuj pozorovanie – koľko krát sa otočí koleso bicykla pri jednej otočke pedálom.

Ozrejmovanie predstavy:

Ako ovplyvňuje veľkosť prevodového kolesa rýchlosť otáčania kolesa na bicykli? Ako to ovplyvní rýchlosť, ktorou sa pri otáčaní pedálov pohybujeme?

Skús niekoľko kombinácií kolies, aby si zistil, či bol tvoj predpoklad správny.

Koncepty a prekoncepty o kolesách a osiach

Navijak alebo koleso a os sú najčastejšie zle pochopené jednoduché mechanizmy. Aj keď navijak vyzerá ako vlakové koleso, princíp jeho využitia je iný ako v prípade kolesa a osi. Kolesá dávame na vagón (respektíve na autá) preto, aby znižovali trenie pri pohybe. Využitie kolesa a osi v skúmaných prípadoch je iné.

V prípade navijaku (hriadeľa) sú koleso a os kolesa pevne spojené. Roztočením kolesa sa roztáča aj os. Okraj kolesa sa pohybuje veľmi rýchlo, kým os sa otáča pomerne pomaly. Točením kolesa pomocou páky, ktorá je na jeho okraji síce musíme prejsť veľkú vzdialenosť (točením dokola), ale samotný tento pohyb uľahčuje pohyb osi, ktorá môže klásť odpor napríklad zaveseným závažím, ktoré sa zdvíha alebo vecou, ktorá sa priťahuje.

Tým, že umiestnime rúčku zdviháku ďalej od osi otáčania, znižujeme veľkosť potrebnej sily na potočenie – točíme akoby väčším kolesom (opisujeme väčší kruh). Síce potrebujeme o to dlhšie točiť, ale práca je ľahšia.

Mlynček na mäso potrebuje väčšiu rúčku, aby sa ním dalo dobre pracovať v porovnaní so strúhadlom na ceruzky. Tento rozdiel je možné pochopiť na základe porovnania vzdialenosti medzi miestom pôsobenia sily a miestom odporu sily. Tak isto to vysvetľuje aj to, prečo sa väčším volantom točí ľahšie ako menším.

Kombinácia kolesa a osi sa môže pozmeniť použitím remeňa, reťaze a ozubených kolies. Bicykel je príklad kolies a osí prepojených pomocou reťaze. Tým, že sú spojené, tak jedným otočením veľkého kolesa sa malé koleso otočí niekoľko krát okolo vlastnej osi. Mechanická výhoda dvoch ozubených kolies spojených reťazou sa dá vypočítať pomerom počtu zubov na jednom a druhom kolese.

4 KLADKA

Situácia A: Ako funguje kladka

Úvod: Kladka je využívaná pomerne často. Deti môžu mať napríklad skúsenosť s vyťahovaním vlajky na stožiar pomocou jednoduchej kladky. Často je možné vidieť ako si stavbári alebo maliari na stavbách vyťahujú do väčších výšok materiál pomocou kladky. Častejšie ako jedna kladka sa používa sústava kladiek, pretože čím viac je ich prepojených tým ľahšie sa s nákladom pohybuje. Aktivita je zameraná na ozrejmienie spôsobu ako nám kladka uľahčuje prácu.

Pomôcky: dve jednoduché kladky, lepiaca páska, guma alebo silomer, kniha, pevný špagát, pravítko, nožnice, drevená násada na náradie, kancelárska spinka, dve stoličky

Postup: Dve stoličky postav operadlami k sebe do vzdialenosti asi pol metra. Na operadlá stoličiek polož násadu z náradia. Násadu pomocou lepiacej pásky dobre upevni k stoličkám, aby sa nepohybovala. Na násadu priviaž špagát, pomocou ktorého k nej priviaž kladku. Špagát prevleč cez kladku. Na jeden koniec špagátu pripevni knihu a na druhý pomocou spinky pripevni gumu alebo silomer. Ťahaj za gumu (silomer) a zdvíhaj knihu hore. Odmeraj si veľkosť napnutia gummy (pružiny v silomere).

Ozrejmovanie predstavy:

Kladku odviaž a k násade priviaž špagát, ktorý prevlečieš cez kladku. Na visiaci koniec kladky zaves knihu a za druhý koniec pomocou gummy (silomeru) ťahaj knihu hore. Porovnaj silu, ktorú potrebuješ na vytiahnutie knihy v prvom a druhom prípade.

Kladku znovu zaves do pôvodnej polohy na násadu. Cez kladku prevleč špagát a zaves na jeden jeho koniec spinku s gumičkou (silomerom). Druhý koniec špagátu prevleč cez druhú kladku spodnou stranou a koniec zaves na dolný koniec vrchnej kladky. Na spodnú kladku v dolnej časti zaves knihu. Ťahaj za koniec s gumou (silomerom). Porovnaj získané údaje.

Okrem porovnávania veľkosti potrebnej sily porovnávaj aj to, do akej dĺžky musíš špagát natiahnuť, aby si knihu zdvihol vo všetkých troch prípadoch do rovnakej výšky.

Do akej miery sa odlišuje uľahčenie práce pomocou kladky a pomocou dvoch kladiek?

Pozoruj, do ktorej strany ťaháš za špagát a do ktorej strany sa pohybuje náklad. Porovnaj pri všetkých troch zostaveniach kladky.

Tretiemu zostaveniu dvoch kladiek hovoríme kladkostroj. Pokús sa predpokladať, akú dĺžku špagátu musíš natiahnuť, aby si zdvihol knihu o jeden meter. Svoj predpoklad si over pokusom.

Pokús sa nájsť mechanizmy, s ktorými si sa v živote stretol, a ktoré pracujú na princípe kladky.

Koncepty a prekoncepty o kolesách a osiach

Pevná kladka mení smer pôsobiacej sily. Pohyblivá kladka znižuje potrebné množstvo úsilia na vytiahnutie nákladu – zjednodušuje prácu. Ako z názvov vyplýva, pevná kladka je pripevnená k nehybnému objektu (pevnému bodu) a pohyblivá kladka sa pohybuje, buď vertikálne alebo horizontálne podľa spôsobu jej použitia. Ak si predstavíme znázornenie fungovania pevnej kladky zistíme, že sa veľmi podobá na princíp hojdačky. Pevný bod je v strede kladky, pričom pôsobenie sily a odporu je umiestnené v rovnakej vzdialenosti od stredu kladky. Z toho dôvodu nie je možné, aby pevná kladka uľahčovala prácu. Pevná kladka iba mení smer pôsobenia sily. Pri pohyblivej kladke je rozloženie pevného bodu, miesta pôsobenia sily a miesta pôsobenia odporu iné. Pevný bod je umiestnený na kraji kladky, v strede kladky pôsobí odpor (pretože pod ním je zavesené závažie) a sila pôsobí v raz toľkej vzdialenosti od pevného bodu ako pri pôsobení odporu. Preto je potrebná na zdvihnutie nákladu len polovičná sila od množstva sily, ktorú potrebujeme na zdvihnutie samotného predmetu. Je však potrebné si uvedomiť, že s týmto dvojnásobným uľahčením práce sa spája potreba prekonať pri pôsobení sily dva krát toľkú vzdialenosť ako je výška, o ktorú chceme napríklad zdvihnúť závažie. Takže ak chcem závažie zdvihnúť o jeden meter, musím potiahnuť špagátom o dva metre.

Kladkostroj je systém pevných a pohyblivých kladiek. Najjednoduchší kladkostroj je zostavený z jednej pevnej a jednej pohyblivej kladky. Ďalším pridávaním kladiek efektívne znižujeme silu potrebnú na zdvihnutie nákladu. V ľahkej práci nám môže postupne brániť skôr trenie špagátu o koleso kladky. Trenie je možné znižovať napríklad pomocou naolejovania trených plôch. Mechanickú výhodu použitia kladiek je možné pomerne jednoducho počítať. Kladkostroj s dvoma kladkami uľahčuje prácu dva krát, kladkostroj s tromi kladkami uľahčuje prácu tri krát a podobne.

Princíp uľahčovania práce kladkou je pre pochopenie dieťaťa predškolského veku príliš náročné, vyžaduje využívanie abstraktného myslenia. Je však vhodné, ak sa deti môžu učiť merať veľkosť sily, ktorú bez použitia kladky potrebujú, v porovnaní so silou, ktorú potrebujú pri použití kladky. Okrem toho sa môžu naučiť aj spôsoby zostavenia jednej alebo sústavy viacerých kladiek. Aj napriek tomu, že sa nesnažíme deťom ozrejmovvať princípy, získané vedomosti v ich úrovni im pomôžu v budúcnosti pri ozrejmovaní tohto princípu a priebežne aj iných princípov, ktoré súvisia s uľahčovaním práce prostredníctvom jednoduchých mechanizmov.

Kladky sa nemusia používať len na uľahčenie pohybu s nákladom. Často sa používajú na prenos (odovzdávanie) sily. Napríklad malé kladky môžu roztáčať veľké kladky, ktoré sa točia pomalšie, ale poskytujú väčší krútiaci moment. Typickým príkladom takéhoto využitia je motor auta. Klinový remeň je hnaný kladkou, ktorá je spojená s motorom. Klinový remeň roztáča vodnú pumpu, ktorá zabezpečuje cirkuláciu vody v chladiči, ventilátor (ktorý fúka chladný vzduch ponad chladič) a alternátor (potrebný na nabíjanie batérie). V dome sa kladka využíva napríklad v práčke a sušičke na bielizeň na roztáčanie bubna s bielizňou. Vo videorekordéri sú napríklad kladkami rozhýbané hlavice, v počítači sa kladkami rozhýbavajú disky s informáciami pri ich čítaní.

5 POHYB A TRENIE

Situácia A: Pohyblivé časti

Úvod: Aktivita je zameraná na skúmanie toho, ako sa pohybujú jednotlivé časti strojov s ozrejmovaním príčinnosti tohto pohybu. Aktivitou je možné získať veľké množstvo informácií jednoduchým pozorovaním. Aj keď s určitými strojmi prichádzame do styku denne, nezaobráame sa princípom ich použitia, aj keď samotné princípy nemusia byť veľmi zložité. Aktivita rozvíja pozorovacie schopnosti detí.

Pomôcky: obrázky rôznych strojov, hračkárske stroje

Postup: Niektoré stroje sa pohybujú len priamočiario, ako napríklad vlak alebo kolieskové korčule. Niektoré stroje, alebo ich časti, sa pohybujú tam a späť, napríklad kyvadlo v hodinách alebo hojdačka. Niektoré sa točia dokola, ako napríklad kolotoč alebo koleso z bicykla. Rozdeľ obrázky strojov na tie, ktoré sa pohybujú len priamočiario, na tie, ktoré sa pohybujú tam a späť, na tie, ktoré sa pohybujú dokola. Môžeš sem zaradiť aj len časti strojov, nie celé stroje. Porozmýšľaj a vyber tie stroje, ktoré umožňujú pohyb všetkých týchto typov. Pozoruj hračky a zisťuj, ktoré sa ako pohybujú, prípadne, ktoré časti hračiek sa ako pohybujú.

Ozrejmovanie predstavy:

Porovnaj hračkárske stroje so skutočnými strojmi. Pohybujú sa rovnako?

Pokús sa zo skladačky vyrobiť nejaký pohyblivý mechanizmus a porovnaj to, ako sa pohybuje s tým, ako je konštruovaný.

Situácia B: Kyvadlo

Úvod: Niektoré druhy starodávnych hodín využívali na svoj pohon kyvadlo. Aj sa im hovorí kyvadlo. V presnom časovom úseku pri jednom pohybe tam alebo späť pohnú hodinovým kolieskom. Aktivita je zameraná na skúmanie toho, ako kyvadlo funguje. Deti si môžu vyskúšať, ako sa takéto kyvadlo tvorí a ako sa ním dá merať čas.

Pomôcky: tenký špagát (dlhý asi 1 meter), pravítko alebo meracie pásmo, ceruzka, tri ťažké podložky pod matky, spinka na spisy, hodiny so sekundovou ručičkou alebo stopky, lepiaca páska, milimetrový papier, stôl

Postup: Ceruzku prilep na stôl tak, aby vyčnievala cez okraj kratšou časťou. Prilep ju dobre, aby sa nehýbala. Zo spinky vyrob háčik a priviaž ho na tenký špagát. Asi v polovici obtoč špagát okolo vyčnievajúceho konca ceruzky a koniec špagátu bez spinky prilep lepiacou páskou o stôl. Na háčik zaves závažie – dve podložky pod matky. Matky na špagáte rozkývaj do strany. Dávaj pozor, aby sa špagát netrel o kraj stola. Spočítaj, koľko kmitov spraví kyvadlo za jednu minútu. Nový kmit pripočítaj vždy, keď dokončí kyvadlo jeden kompletný kmit (bude v tej istej polohe na jednej strane, čiže sa pohne tam aj späť).

Ozrejmovanie predstavy:

Od čoho závisí to, koľko krát kmitne kyvadlo za jednu minútu? Ak rozhojdáš kyvadlo z väčšej výšky, bude kmitať inak ako keď ho rozkmitáš z menšej výšky?

Závisí počet kmitov od dĺžky špagátu na kyvadle? Bude inak kmitať kyvadlo s dlhším špagátom ako kyvadlo s kratším špagátom?

Závisí spôsob kmitania od hmotnosti závažia? Kmitajú inak kyvadlá s ťažším závažím ako s ľahším závažím?

Závisí kmitanie od veľkosti a tvaru závažia? Kmitajú inak kyvadlá s plochými závažiami ako s guľatými závažiami?

Najskôr predpokladaj, ako rôzne (zhodne) budú kyvadlá kmitať a potom si zostroj dve kyvadlá s rôznou vlastnosťou (napr. jedno s dlhším špagátom a jedno s kratším, ale s rovnakým závažím) a porovnávej rýchlosť kmitania.

Vedel by si vytvoriť na základe predchádzajúcich výskumov kyvadlo, ktoré kmitá 60x za minútu?

Situácia C: Trenie

Úvod: Predstavte si, že vás niekto požiada, aby ste po povrchu posúvali drevenú kocku. Vedeli by ste určiť, na akom povrchu by to šlo jednoducho a na akom povrchu ťažšie? Keď sa predmet posúva po povrchu ťažko, hovoríme, že je prítomné vysoké trenie. Ak sa posúva ľahšie, hovoríme, že trenie je nízke. Aktivita je zameraná na zisťovanie miery trenia, ktoré sa prejavuje ťahaním toho istého predmetu po rôznych povrchoch.

Pomôcky: Dve rovnako veľké drevené kocky (asi 10x10x5 cm), kancelárska spinka, pravítko, dve ceruzky s okrúhlym profilom, pripínáčik, brúsny papier, lepiaca páska, voskový alebo mastný papier, tenká gumička, tri hrubšie gumičky, alabal, pauzovací papier, stôl

Postup: Polož drevenú kocku na drevený stôl. Pomocou pripínáčika pripevni tenkú gumičku k bočnej stene drevenej kocky. Z kancelárskej spinky vytvor háčik. Pomocou háčika zachyť gumičku tak, aby sa napriamila do celej svojej dĺžky, ale aby sa nenaťahovala. K napriamenej gumičke prilož pravítko a začni gumičku veľmi pomaly ťahať. Sleduj pravítko. Keď sa kocka pohne, odčítaj hodnotu do akej dĺžky sa gumička natiahla. Vždy odmeraj vzdialenosť tesne predtým, ako sa kocka pohne. Meranie zopakuj 3x a priemerný výsledok si zaznamenaj.

Ozrejmovanie predstavy:

Do akej miery by sa gumička pred pohnutím dreveného bloku natiahla, keď by sa pohybovala na inom povrchu? Napríklad na brúsnom papieri, voskovom papieri a pod. Najskôr vytvorte predpoklady a potom si ich overte pozorovaním. Najlepšie bude, ak si vytvoríš dve zhodné situácie – dva bloky pripevnené na dve rovnaké gumičky a budeš ich ťahať na rôznych povrchoch.

Aký výsledok získaš, keď postavíš kocku na bok?

Aký výsledok získaš, ak pod kocku podložíš dve okrúhle ceruzky?

Koncepty a prekoncepty o kladkách a trení

Väčšina mechanizmov je zložená z viacerých vzájomne prepojených jednoduchých mechanizmov. Preto je zaujímavé nechať deti pracovať a skúmať ako pracujú jednotlivé stroje.

Niektoré stroje sú založené len na priamom pohybe celého mechanizmu alebo jeho častí. Typickými príkladmi sú vlaky, bicykle, kolieskové korčule alebo parný valec. Niektoré sa pohybujú tam a späť, takýto pohyb nazývame periodickým pohybom. Typickými príkladmi sú kyvadlá v hodinách, hojdačka, mechanická chodiaca bábika, metronóm a niektoré rozprašovače vody používané na zavlažovanie trávnikov.

Niektoré mechanizmy alebo ich časti vykonávajú pri svojej činnosti nepretržitý krúživý pohyb jedným smerom. Tento pohyb nazývame rotačným. Typickými príkladmi sú: kolotoč, otočná stolička ku klavíru, hodinové ručičky a niektoré zavlažovače trávnikov.

Akýkoľvek pohybujúci sa mechanizmus alebo jeho pohybujúca sa časť pokračuje vo svojom pohybe až kým nejaká iná sila nezmení, neobrátí alebo nezastaví tento pohyb. Napríklad, keď vytáčame číslo na rotačnom ciferníku, kovová prekážka zabraňuje tomu, aby sme pretočili ciferník viac ako o jedno celé otočenie. Struna vo vnútri ciferníku potom vráti ciferník do pôvodnej pozície. Iným príkladom je predné pohybujúce sa koleso z bicykla. Koleso je možné spomaliť pomocou ručnej brzdy. Ak však stlačíme brzdú príliš silno, koleso zastane, ale my pokračujeme v pohybe a preletíme cez predné koleso bicykla a zastavíme sa až trením o zem.

Veľkosť trenia medzi dvoma povrchmi závisí od toho, akou silou sú tlačené dva povrchy k sebe a do akej miery sú povrchy drsné. Trenie pôsobí proti akémukoľvek pohybu. Je to odpor, ktorý sa prejavuje vtedy, keď sa dva povrchy o seba trú. Žiaden povrch nie je perfektne hladký. Drobné priehlbinky alebo výčnelky, a samozrejme aj tie väčšie na drsnejších povrchoch vzájomne do seba zapadajú. Okrem toho tu často pôsobia aj fyzikálno-chemické interakcie molekúl povrchov.

Na zníženie trenia sa pomerne často používajú mazacie látky. Sú to tekuté až polotekuté látky, ktoré vyplnia drobné nerovnosti v povrchoch a tým sa dve plochy vzájomne k sebe pohybujú ľahšie, trenie je znížené.

V niektorých strojoch sa používajú namiesto mazív guľôčky alebo iné okrúhle telesá. V tomto prípade ide o zmenu trenia pri posúvaní na zmenu trenia pri guľaní. Toto trenie má vždy menšiu hodnotu.

Trenie znižuje efektivitu strojov stratou vynakladanej sily (a teda stratou energie). Okrem toho sa pri trení vytvára teplo, ktoré sa zo stroja musí odvádzať. Je potrebné pripomenúť, že nie všetky efekty trenia sú zlé a nevyužiteľné. Trenie nám umožňuje znížiť rýchlosť bicykla, auta, umožňuje nám chodiť, behať ale aj písať na papier. Svet bez trenia by spôsobil viac problémov ako úžitku.