

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

1 Pohybuje sa rozkývané kyvadlo stále v tom istom smere?

Postup

Cez loptu prepichni ihlicu. Ostrý hrot bude smerovať dole a tupý hrot priviaž na špagát a ten upevni tak vysoko, aby bola celá dĺžka špagátu voľná a aby bolo možné s kyvadlom kývať nad zemou. Vezmi väčší hárok papiera a pomocou farebnej kriedy naň nakresli rovnú čiaru. Papier polož pod kyvadlo a rozkývaj ho tak, aby ostrý hrot ihlice kopíroval nakreslenú dráhu na papieri. Kyvadlo nechaj kývať, sleduj po dlhšej dobe.

Čo sa deje?

Aj napriek tomu, že kyvadlo sa stále kýva v pôvodnom smere, nekýva sa nad čiarou.

Usmernenie pozorovania

Zistil si nejaký rozdiel v smere pohybu kyvadla? Čo myslíš, aká sila na kyvadlo pôsobila pri zmene pohybu? Pokús sa vymenovať všetky sily, ktoré na kyvadlo pôsobia a premysli si, ktorá by mohla spôsobiť pozorovanú zmenu v smere kývania. Myslíš, že by experiment prebehol rovnako, ak by si ho realizoval vonku? Myslíš si, že by bol výsledok iný, ak by si použil iný tvar kyvadla? Vysvetli, prečo si to myslíš. Je dôležitá dĺžka špagátu? Ak by si kyvadlo pozoroval dostatočne dlho, ako by sa dráha kývania zmenila? Zmenila by sa dráha kývania tak, že by sa kyvadlo kývalo znovu v jeho pôvodnom smere? Myslíš si, že by sa zmena smeru kývania prejavila vždy rovnako – do toho istého smeru? Od čoho zmena kývania kyvadla závisí? Menil by sa smer kývania stále rovnako rýchlo? Od čoho závisí to, ako rýchlo sa bude smer kývania meniť?

Ako by sa kývalo kyvadlo vo vákuu, vo vesmíre, na póle, na rovníku? Pozoroval by si nejaké zmeny?

Pomôcky

ihlica na pletenie, lopta (namiesto lopty môžeš použiť veľký kus plastelíny, ktorý je potrebné vytvarovať do pravidelnej gule), 10 metrov špagátu alebo rybárskeho silónu, veľký hárok bieleho papiera, farebná krieda

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Zmena smeru kývania kyvadla je spôsobená rotáciou Zeme okolo vlastnej osi. Zmena smeru kývania kyvadla je spôsobená rotáciou Zeme okolo Slnka. Zmenu v kývaní kyvadla spôsobuje trenie vzduchu. Zmenu v kývaní kyvadla závisí od spôsobu upevnenia kyvadla na pevný bod – trenie špagátu o upevnenie môže spôsobiť nepatrené vychýlenie kmitania. Zmena v kývaní kyvadla je spôsobená nerovnomerným povrchom závažia.

Pomocné informácie

Tento úkaz je spôsobený ako rotáciou Zeme, tak aj zotrvačnosťou. Zákon zotrvačnosti hovorí o tom, že telesá, ktoré sa pohybujú majú tendenciu v pohybe zostať a telesá, ktoré sú v pokoji majú tendenciu v pokoji zostať. Podľa tohto pravidla má kývajúce sa kyvadlo tendenciu zostať v pohybe, vo svojom smere. Avšak za dlhšiu dobu sa prejaví rotácia Zeme a kyvadlo akoby s kývalo v inom smere.

Foucaultovo kyvadlo je pomenované podľa francúzskeho fyzika, ktorý v polovici minulého storočia úspešne demonštroval rotáciu Zeme prostredníctvom zostrojenia kyvadla. Kyvadlo, ktoré zostrojil malo 67 metrov a závažie vážilo 28 metrov. Po rozkývaní tohto kyvadla sa jeho smer vzhľadom k Zemi postupne menil. Ak umiestnime kyvadlo na Južný pól a sledujeme jeho kývanie z vesmíru (nevzťažná sústava) vidíme, že smer kyvadla zostáva rovnaký, nemení sa, na pozadí kyvadla sa pomaly pohybuje Zem vo svojej prirodzenej rotácii okolo vlastnej osi v smere hodinových ručičiek. Ak však sledujeme kývanie kyvadla zo Zeme, smer kývania sa postupne mení – zdá sa, že smer kývania sa kyvadla sa mení proti smeru hodinových ručičiek – ak sa pozeráme zospodu, zo Zeme, ktorá sa zdá byť nehybná. Zem sa otočí okolo vlastnej osi každých 23,93 hodín, takže pre pozorovateľa, ktorý stojí na póle sa mení smer kývania kyvadla o 360° za 23,93 hodín. Na rovníku sa

smer kývania kyvadla nemení.

Rovnaká sila, ktorá spôsobuje zmenu smeru kývania kyvadla spôsobuje aj točenie vody, ktorá odteká do odpadu umývadla. Na južnej pologuli sa točí proti smeru hodinových ručičiek, na severnej pologuli po smere hodinových ručičiek. Podobne sa pohybujú aj obrovské vodné masy oceánov a morí.

V mnohých múzeách sa nachádza kyvadlo, ktoré má rôzne druhy ciferníkov, či iných ukazovateľov zmeny smeru pohybu kyvadla (napríklad aj piesok, do ktorého hrot kyvadla robí stopu).

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

2 Zvláštny prípad s mincou vo fľaši

Postup

Uisti sa, že hrdlo fľaše je širšie ako guľôčka alebo minca, ktorú ideš dovnútra hodiť. Z kartónovej škatule vystrihni štvorec asi 10x10 cm, polož ho na hrdlo fľaše. Polož mincu na štvorec tak, aby bola presne nad otvorom do fľaše. Experiment sa ti bude jednoduchšie robiť s mincou ako s guľôčkou, guľôčku vyskúšaj až keď sa ti bude dariť s mincou. Ťukni silno a rýchlo do papiera (daj papieru „frčku“).

Čo sa deje?

Karta sa dostane spomedzi mince a hrdla fľaše, minca spadne do fľaše bez toho, aby sme sa jej dotkli. Ak sa ti darí, môžeš sa pokúsiť vhodiť týmto spôsobom do fľaše viac guľôčok.

Usmernenie pozorovania

Prekvapilo ta, čo sa stalo? Vedel by si si pozorované vysvetliť? Ako je možné, že sa minca nepohybovala spolu s kartónovým štvorcem? Popremýšľaj ako musíme experiment zrealizovať, aby sme boli úspešní? Myslíš, že je dôležité aký veľký kartónový štvorec použiješ? S akým by sa to robilo najlepšie? Vedel by si kartónový štvorec nahradiť iným materiálom tak, aby sa ti experiment daril lepšie? Aké musí mať materiál vlastnosti? Je dôležité porovnávať s predmetom, ktorý do pohára vhadzujeme s predmetom, ktorý zakrýva ústie nádoby? Myslíš si, že aj pohár (fľaša) môže nejakým spôsobom ovplyvniť úspech realizácie experimentu?

Pomôcky

fľaša so širším hrdlom alebo pohár, kartón a nožnice (alebo pohľadnica), minca, guľôčky

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím je trenie medzi mincou a kartónovým štvorcem menšie, tým ľahšie sa experiment realizuje. Ak má predmet pomerne malú hmotnosť, zrýchlený predmet pod ním môže zrýchliť aj pohyb tohto predmetu. Na rozchýbanie predmetu v pokoji je potrebná väčšia sila ako na zrýchlenie pohybujúceho sa predmetu.

Pomocné informácie

Minca je na kartónovom štvorci v pokoji. Princíp zotrvačnosti ju udržuje v stave pokoja. Keď sa karta dostane spod mince veľmi rýchlo, minca ju nenasleduje, sila zotrvačnosti je väčšia. Gravitačná sila ju pritiahne a spadne do fľaše. Ak by sa karta pohybovala pomaly, minca (aj guľôčka) by sa pohybovala spolu s ňou.

V experimente využívame princíp zotrvačnosti, ktorý je možné definovať nasledovne: Teleso zotrvačuje v pokoji alebo rovnomernom priamočiarom pohybe ak naň nepôsobia iné telesá silou alebo ak sú sily pôsobiace na teleso v rovnováhe. Schopnosť, či vlastnosť telesa zotrvať v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe pri zachovaní konštantnej rýchlosti sa nazýva zotrvačnosť (inercia). Zotrvačnosť je úmerná hmotnosti, teda množstvu hmoty obsiahnutej v telese. Uvedené definície sú zostručnením Newtonových pohybových zákonov (konkrétne najmä prvého).

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

3 Kedy sa fľaša prevrhne najľahšie?

Postup

Z papiera vystrihni pás veľkosti asi 7 x 25 cm. Papier polož na stôl tak, aby menšia časť ležala na stole a väčšia časť prevísala zo stola. Na papier na stole polož fľašu hore dnom. Tvojou úlohou bude vytiahnuť papier spod fľaše bez toho, aby sa prevrátila a bez toho, aby si sa fľaše dotkol. Na koniec papiera, ktorý visí zo stola prilož ceruzku a omotaj okolo nej papier. Papier omotávej až kým prídeš k hrdlu fľaše. Veľmi opatrne pokračuj v zatáčaní papiera.

Experiment zopakuj, ale fľašu postav na papier ústím hore. Potom fľašu naplň vodou a experiment ešte raz zopakuj. Fľašu naplň len do polovice vodou a pokús sa experiment zopakovať. Skúšaj papier vyťahovať spod fľaše aj jednoduchým potiahnutím.

Čo sa deje?

Keď natáčame papier na ceruzku dostatočne pomaly, prázdna fľaša prevrátená dnom hore sa z papiera zosúva pomaly a neprevrhne sa.

Usmernenie pozorovania

Dal by sa experiment realizovať aj bez ceruzky? Má ceruzka nejaký význam pri vyťahovaní papiera spod fľaše? Ako by si vedel vysvetliť jej význam? Videl si rozdiel medzi experimentovaním s fľašou dnom hore a dnom dolu? Zistil si aj nejaký rozdiel medzi vyťahovaním papiera spod prázdnej, poloplnej a plnej fľaše? Čo si zistil? Vedel by si si to nejakým spôsobom vysvetliť?

Pokús sa popremýšľať aké sily pôsobia pre a proti pri vyťahovaní papiera spod fľaše, ktorá je plná, poloplňá, prázdna, prevrátená? Napíš si na papier všetky sily, ktoré na fľašu pôsobia a vyjadri aj ich veľkosť a smer pôsobenia. Sila, ktorá je najväčšia udrží predmet v polohe alebo ho dá do pohybu. Aký je rozdiel vo vyťahovaní papiera rýchlo a pomaly?

Pomôcky

fľaša so širším hrdlom (napríklad kečupová), kancelársky papier, nožnice, ceruzka, voda

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak používame ceruzku, dokážeme papier posúvať pomalšie. Čím rýchlejšie ťaháme papier spod fľaše, tým ľahšie sa fľaša prevrhne. Ak má fľaša menšiu rovnováhu, stačí menšia sila na jej prevrhnutie. Čím je fľaša ťažšia, tým ťažšie sa dá prevrhnuť.

Pomocné informácie

Nepohybujúca sa fľaša má tendenciu zotrvať v pokoji kvôli princípu zotrvačnosti. Ak by sme papierom pohlol veľmi rýchlo, fľaša by sa pohla spolu s pohybujúcim sa papierom a spadla by. Udialo by sa tak preto, lebo sila, ktorou ťaháme papier by bola väčšia ako sila zotrvačnosti, ktorá udržuje fľašu v pokoji. V experimente je potrebné brať do úvahy aj trenie medzi papierom a fľašou a rovnováhu fľaše, ktorá do vysokej miery závisí od spôsobu polozenia na podklad a od množstva vody, ktoré sa v nej nachádza. Najstabilnejšia je fľaša naplnená do polovice vodou, pretože jej ťažisko je presunuté dolu. Naopak, ťažisko fľaše prázdnej a prevrátenej hore dnom je veľmi vysoko a tak sa táto fľaša veľmi ľahko prevrhne – stačí na to veľmi malá sila.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

4 Aký zvýšiť silu predmetov?

Postup

Vytvor stĺpec z 8 – 10 mincí rovnakej veľkosti. Ďalšiu mincu polož pri stĺpec do vzdialenosti asi 3 cm. Silno ťukni do tejto mince smerom k spodnej minci v stĺpci. Skúšaj niekoľkokrát, je dôležité, aby sa minca pohybovala dostatočne rýchlo. Môžeš si pomôcť ceruzkou, ktorou budeš mincu rozhávať. Dávaj pozor, aby si neťukol prstom alebo ceruzkou aj do stĺpca mincí.

Čo sa deje?

Spodná minca vyletí zo stĺpca mincí a aspoň čiastočne alebo úplne ju nahradí minca, do ktorej si ťukol. Ostatné mince zostanú na svojom mieste. Môže sa stať, že mince v stĺpci klesnú o spodnú, odstránenú.

Usmernenie pozorovania

Ako je možné, že ľahká minca dokázala vyraziť spodnú mincu spod ťažkého stĺpca mincí? Myslíš si, že by experiment prebehol rovnako keby si si postavil do stĺpca iný počet mincí? Prečo si to myslíš? Ako by experiment fungoval, keby mince neboli kovové, ale drevené alebo kartónové? Je dôležitá hmotnosť mincí? Ako je dôležitá, čo ovplyvňuje? Je dôležitý povrch (hladkosť, drsnosť) mincí? Ako povrch mincí môže ovplyvniť priebeh experimentu?

Ako priebeh experimentu ovplyvnila rýchlosť mince? Myslíš si, že by sa ti experiment lepšie daril, ak by si mincu rozhábal ceruzkou vo väčšej vzdialenosti od stĺpca mincí? Pokús sa aj vysvetliť svoju odpoveď. Ak by si mal mincu rozhávať v pol metrovej vzdialenosti od stĺpca mincí, podaril by sa experiment? Aká musí byť minca v momente, keď narazí na spodnú mincu v stĺpci, aby ju vyrazila? Pokús sa vysvetliť svoju odpoveď – čo by sa dialo? Aké rôzne sily musíš brať do úvahy pri experimente – aké sily pôsobia na mincu, ktorú rozhávať a aké sily pôsobia na mince v stĺpci, spodnú aj ostatné. Čo by si musel urobiť, aby si zhodil celý stĺpec mincí? Ako by experiment fungoval, keby neexistovalo trenie?

Pomôcky

9 – 11 mincí rovnakej veľkosti, ceruzka

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím rýchlejšie sa minca pohybuje, tým väčšiu má silu. Čím vyšší je stĺpec mincí, tým väčšiu silu potrebujeme na výmenu spodnej mince. Čím je trenie medzi mincami a podložkou menšie, tým menšiu silu stačí na výmenu mincí použiť. Pohybujúce sa predmety majú väčšiu silu.

Pomocné informácie

Zotrvačnosť mincí spôsobí, že zostanú na svojom mieste, aj keď je spodná minca odstránená a nahradená druhou. Keďže stĺpec mincí bol v pokoji, má aj tendenciu v pokoji zotrvať.

Proti odstráneniu spodnej mince pôsobí aj trenie. Je to sila pôsobiaca na styčnej ploche dvoch tuhých telies pôsobiaca proti smeru ich vzájomného pohybu. Ak chceme odstrániť spodnú mincu zo stĺpca, musíme použiť takú silu, aby sme prekonali treciu silu pôsobiacu medzi spodnou mincou a podložkou a medzi spodnou mincou a mincou uloženou nad ňou.

Samotná jedna minca by nemohla pohnúť ďalšou rovnakou mincou len prostredníctvom svojej hmotnosti – gravitačnou silou, ktorá na ňu pôsobí, pretože táto sila má pri oboch minciach rovnakú veľkosť. Ak však dodáme minci viac sily, dokáže to. Pohybujúce sa teleso rovnakej hmotnosti ako nepohybujúce sa teleso má väčšiu silu, ktorá je úmerná rýchlosti, ktorou sa toto teleso pohybuje.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

5 Ako roztrhnúť niť zotrvačnou silou?

Postup

Okolo rúčky kladiva uviaž povrázok. Na povrázku vytvor slučku tak, aby sa cez ňu dala prevliecť bavlnená niť a zvyšok povrázku odstrihni. Bavlnenú niť prestrihni na polovicu. Jednu polovicu uviaž na vrchnú časť slučky povrázku a druhú na spodnú. Ak teraz chytíš oba konce nití, kladivo visí v strede. Vrchnou časťou bavlnenej nite priviaž kladivo ku konáru. Druhá, spodná časť bavlnenej nitky bude visieť pod kladivom. Chyť voľne visiacu nitku a najskôr slabo potiahni. Ak sa nič nedeje, postupne zväčšuj silu, akou ťaháš za povrázok.

Čo sa deje?

Kladivo nespadlo, lebo bavlnená niť sa roztrhla medzi kladivom a rukou a nie medzi kladivom a konárom.

Usmernenie pozorovania

Čakal si, že sa niť roztrhne na mieste pod kladivom? Ak si predpokladal inak, ako si si to vysvetľoval? Popremýšľaj akou silou si pôsobil na nitku, musel si potiahnuť silno, aby sa nitka roztrhla? Ak chce v rukách roztrhnúť niť ťahaním nite do dvoch opačných strán, aké veľké musia byť tieto sily? Aká sila pôsobila proti tvojej sile, keď si ťahal dolu? Pomáhala ti nejaká sila (pôsobila ešte nejaká sila tvojim smerom na nitku, ktorá voľne visí z kladiva? Pomohla ti teda nejaká sila pri trhaní nite?

Fungoval by experiment rovnako, ak by si chytil nitku a začal za ňu smerom dolu ťahať pričom by si postupne zvyšoval silu, ktorou ťaháš? Našiel by si nejaký rozdiel medzi situáciou, v ktorej trhneš nitkou a v ktorej zvyšuješ postupne silu, ktorou na nitku pôsobíš?

Ak by si len do stredu nitky uviazal kladivo a experiment zopakoval, podaril by sa rovnako? Keď popremýšľaš, videl by si nejaké rozdiely v pôsobení síl pri ťahaní nitky v takomto a pôvodnom prípade?

Pomôcky

kladivo, kúsok pevného povrázku, nožnice, bavlnená niť (1m)

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Ak by sme chceli pretrhnúť niť nad kladivom, museli by sme na spodnú niť pôsobiť takou veľkou silou, ktorá by prekonala zotrvačnú silu kladiva.

Pomocné informácie

Aj keď kladivo neváži veľa, je ťažké pohnúť s ním, keď je v pokoji kvôli princípu zotrvačnosti. Čím je teleso ťažšie, tým je jeho zotrvačná sila väčšia. Náhle potiahnutie šnúrkou spôsobí jej roztrhnutie, lebo je nedostatočne pevná na to, aby prekonala silu zotrvačnosti kladiva ktorá pôsobí opačným smerom ako naša ruka ťahajúca za povrázok. Ak by sme silu pôsobiacu na nitku postupne kontinuálne zvyšovali, pravdepodobne by sa nitka roztrhla medzi konárom a kladivom. Určite by sa roztrhla medzi konárom a kladivom, ak by sme použili namiesto dvoch osobitne priviazaných nitiek na kladivo jeden kus, ku ktorému by sme priviazali kladivo v strede.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

6 Ako funguje visutý most?

Postup

Knihy poukladaj do stĺpca nad seba a celý stĺpec posuň k okraju stola. Vrchnú knihu posuň asi do polovice mimo stĺpec smerom k okraju stola tak, aby visel nad zemou. Nájdi rovnováhu a mierne ho posuň naspäť. Podobne postupuj s každou knihou. Získaš tak stupňovitý previs.

Čo sa deje?

Najvrchnejšia kniha akoby visela vo vzduchu.

Usmernenie pozorovania

Aké sily pôsobia na jednotlivé knihy? Porovnávaj aké sily pôsobia proti spadnutiu kníh a ktoré pôsobia opačným smerom. Ktoré sily sú väčšie? Čo by si musel urobiť, aby všetky knihy spadli naraz zo stola? Čo by si musel spraviť, aby padli len niektoré knihy zo stola? Aká sila spôsobí spadnutie kníh? Čím sa odlišuje situácia, v ktorej knihy nespadnú od situácie, v ktorej knihy spadnú? Aké iné predmety by si mohol namiesto kníh použiť? Mohol by si použiť aj oblé predmety? Aké by mali mať predmety vlastnosti, aby sa experiment podaril rovnako?

Pomôcky

6 tenších kníh rovnakého formátu, stôl

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Hmotnosť kníh, ktorá leží nad stolom je o niečo väčšia ako hmotnosť kníh ktorá leží mimo stola. Knihy dokážu udržať rovnováhu kvôli vysokému treniu medzi knihami a medzi knihami a stolom.

Pomocné informácie

Celý stĺpec kníh je teraz ako jeden objekt. Každý objekt má svoje gravitačné centrum, v ktorom sa koncentruje váha telesa. Toto centrum musí byť na stole, inak by knihy spadli dolu, resp. aspoň o trochu väčšia hmotnosť všetkých kníh musí ležať nad stolom. Aj keď to vyzerá tak, akoby vrchná kniha visela vo vzduchu, minimálne polovica hmotnosti celého stĺpca leží nad stolom. Na tomto princípe sa stavajú visuté mosty.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

7 Ako fungujú váhy?

Postup

Na stred pravítka priviaž 15cm dlhý špagát tak, aby sa neposúval. Priviaž ho druhým koncom k vešiaku (k časti, na ktorú sa vešajú nohavice). Ďalšie dva špagáty – 10 a 20 cm dlhé priviaž na konce pravítka tak, aby boli rovnako vzdialené od stredu a aj od krajov pravítka (získaš tým dve vahadlá na ktoré budeš pripieňovať vážené veci). Na koncoch špagátov sprav očká. Rozmotaj jednu kancelársku spinku a vytvor z nej jednoduché U. Zaves ju na pravítko a pohybuj s ňou po pravítku hore dolu až kým sa pravítko nevyrovná. Dve spinky zaves do seba a zaves ich na dlhší špagát. Potom zaves do seba štyri spinky a zaves ich na kratší špagát. Pridávaj spinky na jednu alebo druhú stranu kým sa váha nevyrovná.

Čo sa deje?

Na kratší špagát musíš pripieňiť viac spiniek, ako na dlhší špagát, aby si váhu vyrovnal.

Usmernenie pozorovania

Ako vytvoríš situáciu, v ktorej bude pravítko v rovnováhe? Čím všetkým (akými činnosťami) môžeš ovplyvniť vytvorenú rovnováhu? Čo to znamená, keď je pravítko v rovnováhe? Aké sily naň pôsobia? Čo sa deje posúvaním špagátu (vahadlá) po pravítku k stredu a od stredu?

Pomôcky

vešiak, pravítko (30 cm rovné), špagát, nožnice, kancelárske spinky, rôzne drobné predmety na váženie

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Čím kratší je špagát pripieňený na jednu stranu pravítka v porovnaní s dĺžkou špagátu pripieňeného na druhú stranu pravítka, tým viac spiniek musíme naň pripnúť, aby bolo pravítko uložené vodorovne (v rovnováhe). Ak je pravítko v nerovnováhe, rovnováhu môžeme upraviť buď pridaním spiniek na tú stranu, ktorá je ľahšia (je hore) alebo posunutím špagátu, na ktorý spinky vešiame k stredu pravítka (resp. od stredu). Ak je pravítko v rovnováhe a posunieme jeden špagát so spinkami smerom k stredu pravítka, musíme naň pridať viac spiniek, aby bolo pravítko znovu v rovnováhe.

Pomocné informácie

V rovnováhe musí byť hmotnosť spiniek násobená dĺžkou špagátu. Ak sa oba údaje na dvoch stranách rovnajú, váha je v rovnováhe. Takto pripravená váha sa dá použiť na váženie drobných predmetov. Ako protiváhu váženého predmetu je možné použiť kancelárske spinky, pričom v takomto prípade je možné vyjadriť hmotnosť telesa nie ustálenou hmotnostnou jednotkou, ale počtom kancelárskych spiniek.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

8 Kedy sú predmety v rovnováhe? I

Postup

Cez stred uvareného zemiaku alebo surového jablka prepichni ceruzku. Dávaj pozor, aby si sa neporanil, ceruzka ide do zemiaku najskôr dosť ťažko a potom ľahko. Pretlač ceruzku tak, aby trčala asi 4 cm. Potom napichni zemiak s ceruzkou na vidličku pod určitým (ostrým) uhlom k ceruzke, ku kratšiemu koncu, ktorý zo zemiaka vyčnieva. Polož koniec ceruzky na stôl. Málokedy sa podarí udržať zemiak s vidličkou v rovnováhe na prvý krát. Posúvaj ceruzku viac alebo menej na stôl, ak to nepomôže, môžeš posúvať aj zemiak po ceruzke. Niekedy pomôže aj zmeniť uhol pod akým je vidlička zapichnutá do zemiaku.

Čo sa deje?

Ceruzka udrží zemiak aj keď je položená na stole len krátkou časťou.

Usmernenie pozorovania

Asi sa ti na prvý krát nepodarilo vytvoriť rovnováhu, pokús sa premýšľať, čo si musel urobiť s ceruzkou, vidličkou, zemiakom, aby si dosiahol rovnováhu. Ak máš zemiak v rovnováhe, akou silou a ktorým smerom by si musel pôsobiť, aby si rovnováhu narušil? Aké rôzne sily pôsobia na zemiak?

Pomôcky

uvarený zemiak (alebo surové jablko, prípadne iné ovocie, či zelenina, ktoré sú dostatočne mäkké na to, aby sa do nich dala zapichnúť ceruzka), ceruzka, vidlička

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Rovnováha sa ustáli vtedy, keď sa o niečo málo väčšia hmotnosť (približne rovnaká) telesa nachádza pravo a vľavo od rozhrania vytvoreného kolmicou na stôl v mieste hrany stola. Na zemiak s ceruzkou a vidličkou pôsobí gravitačná sila a proti spadnutiu pôsobí stôl. Výsledná sila pôsobiaca na zemiak je rovnako veľká alebo o niečo väčšia ako gravitačná sila pôsobiaca na zemiak.

Pomocné informácie

Pri dostatočnej trpezlivosti sa môže podariť umiestniť zemiak tak, aby sa ceruzka dotýkala stola len špičkou a v zvláštnej rovnováhe s vidličkou udržala zemiak. Na oboch stranách od centra gravitácie (rovnováhy) musí byť rovnaká hmotnosť, vtedy sa zemiak s vidličkou nepreváža. Ak je teleso v rovnováhe znamená to, že všetky sily pôsobiace na teleso sú v rovnováhe. Na teleso, ktoré je v rovnováhe (v našom experimente) pôsobí gravitačná sila a sila opačného smeru rovnakej veľkosti. Vo väčšom počte prípadov nejde len o dve sily, ktoré pôsobia v opačnom smere, ale o dve výslednice väčšieho množstva síl, ktoré pôsobia v opačnom smere.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

9 Kedy sú predmety v rovnováhe? II

Postup

Pomocou špagátu priviaž k stredu pravítka kladivo tak, aby sa zo špagátu nevyvlieklo. Pravítko a špagát by mali byť od seba vzdialené asi 20cm. Pokús sa oprieť pravítko o stôl tak, aby bol položený na stole len koniec pravítka a aby hlava kladiva visela pod stolom. Uisti sa, že koniec rúčky kladiva sa dotýka pravítka. Pravítko by malo byť položené na stole asi na 10 cm, ostatná časť by mala byť mimo stola. Niekedy je potrebné upraviť dĺžku špagátu medzi kladivom a pravítkom (lepšie je, ak je vzdialenosť kratšia, rovnováha sa ustáli jednoduchšie). Budeš potrebovať trpezlivosť.

Čo sa deje?

Aj napriek tomu, že pravítko je položené na stole len na malý kúsok, udrží visiace kladivo.

Usmernenie pozorovania

Čo sa ti zdá na predmete v rovnováhe neprirodzené? Prečo sa ti to zdá neprirodzené? Porozmýšľaj aké sily pôsobia na kladivo s pravítkom a akú majú veľkosť. Ktoré sily zabraňujú tomu, aby kladivo spadlo. Čo by si musel urobiť, aby kladivo s pravítkom, ktoré sú v rovnováhe spadli? Akou silou a ktorým smerom by si musel pôsobiť? Čo je dôležité pri vytváraní tejto zvláštnej rovnováhy? Ako si musel kladivo s pravítkom upravovať, aby sa ti podarilo rovnováhu vytvoriť?

Pomôcky

kladivo, pravítko (30 cm), 0,5m silného špagátu

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Rovnováha sa ustáli vtedy, ak sa na jednej strane hrany (nad stolom a pod stolom) stola bude nachádzať rovnako veľká hmotnosť predmetu ako na druhej strane hrany stola (mimo stola). Súčet síl pôsobiacich na kladivo s pravítkom je väčší ako gravitačná sila pôsobiaca na predmet.

Pomocné informácie

Centrum gravitácie je presne na hrane stola. Na oboch stranách od hrany stola musí byť rovnaká hmotnosť telesa, ktoré je teraz tvorené pravítkom spolu s kladivom. Ak sa pozrieme na kladivo s pravítkom z boku zistíme, že hlava kladiva je na jednej strane od centra gravitácie a rúčka so zvyškom pravítka na strane druhej.

11. Téma: Zotrvačnosť a rovnováha

10 Ako pohybovať predmetmi ich nerovnováhou?

Postup

Budeš potrebovať dve papierové rolky rovnakej veľkosti. Z papiera si vystrihni dva pásiky 6 cm široké. Oba pásiky zlep do obruče pomocou lepiacej pásky tak, že zlepíš užšie strany pásika. Lepiacou páskou prilep dovnútra papierovej rolky kancelársku spinku. Snaž sa spinku prilepiť presne do stredu papierovej rolky. Druhá rolka bude prázdna, bez spinky. Polož obe obruče na naklonenú rovinu kúsok od seba a v tom istom momente ich pusti. Môžeš sa pokúsiť rolku vyvážiť prilepením ďalších troch spiniek do vnútra rolky. Jednu oproti už prilepenej a dve ešte presne medzi ne. Vyskúšaj, či sa takáto rolka bude kotúľať lepšie (rýchlejšie).

Čo sa deje?

Rolka s papierovou spinkou sa nepohybuje rovnomerným pohybom. Zdá sa, akoby zrýchľovala a spomaľovala. Zvyčajne rolka so spinkou preteky prehrá, aj keď je ťažšia ako rolka bez spinky.

Usmernenie pozorovania

Predpokladal si, že zvíťazí rolka bez spinky? Keď by si pozorne sledoval kotúľanie sa rolky, ako by si mohol pohyb oboch roliek opísať? Čím sa vzájomne tieto pohyby odlišovali? Vieš si vysvetliť, prečo bol pohyb obruče so spinkou práve taký ako si pozoroval? Aké sily pôsobia na obe obruče? Pôsobia na pohyb oboch obručí v každom okamihu rovnaké sily? Ak by si dovnútra obruče pripevnil rovnomerne po obvode viac spiniek, ako by sa zmenil pohyb obruče?

Pomôcky

Dva hárky papiera, pravítko, nožnice, lepiaca páska, štyri kancelárske spinky, naklonená rovina alebo doska so stoličkou

Schéma

Predpoklady vytvorené na základe pozorovania (príklady)

Rolka so spinkou sa pohybuje nerovnomerným pohybom, pretože rozloženie hmotnosti na jej obvode je nerovnomerné. Rolka so spinkou zrýchľuje preto, lebo na spinku v rolke zároveň pôsobí aj gravitačná sila. Rolka bez spinky dorazí do cieľa skôr, pretože jej rýchlosť sa rovnomerne zrýchľuje. Na kotúľanie nevyváženej rolky je potrebné viac energie ako na kotúľanie vyváženej rolky.

Pomocné informácie

Rolka so spinkou sa pohybuje pomalšie, rolku nespomaľuje trenie, ale nerovnomerné rozmiestnenie hmotnosti na rolke, spomaľuje preto, lebo nie je v rovnováhe.

Rolka so spinkou zrýchľuje vtedy, keď spinka v rolke klesá dolu. V tomto okamihu k zrýchleniu rolky prispieva okrem gravitačnej sily pôsobiacej na rolku aj gravitačná sila pôsobiaca na spinku. Vplyvom zotrvačného zrýchleného pohybu sa rolka so spinkou pohybuje aj vtedy, keď spinka v rolke stúpa hore. Na spinku však v tomto moment pôsobí gravitačná sila proti jej pohybu v rolke a tá preto spomaľuje. Ak je v akomkoľvek kolese (guli) hmotnosť po obvode rozmiestnená nerovnomerne, na pohyb takéhoto koleasa (gule) je potrebné vydať viac energie ako na pohyb koleasa (gule) s rovnomerne rozmiestnenou hmotnosťou po obvode. Ak napríklad nie sú kolesá na autách vycentrované (vyvážené), na ich točenie sa spotrebováva viac energie v porovnaní s prípadom, kedy sú kolesá vyvážené rovnomerne.