

Prandtlov stolac

Sastavio: Hrvoje Mesić

Glavna je osobina ovog uređaja, da se može vrtjeti gotovo bez trenja oko vertikalne osi jer ima osovinu s ugrađenim kugličnim ležajima. Ležajeve treba povremeno oprati benzinom i podmazati finim strojnim uljem. Činjenica da pri vrtnji nema trenja omogućuje izvođenje pokusa u zatvorenom sustavu bez vanjskih sila (naravno ako nogama ili kojim drugim dijelom tijela ne dodirujemo pod ili okolne predmete). A to je uvjet koji mora biti ispunjen da bi mogli pokazati važenje zakona o sačuvanju kutne količine gibanja, tj. da je zbroj kutnih količina gibanja u takvom sustavu stalan bez obzira mijenja li se kutna količina gibanja kao vektor, samo po iznosu ili samo po smjeru.

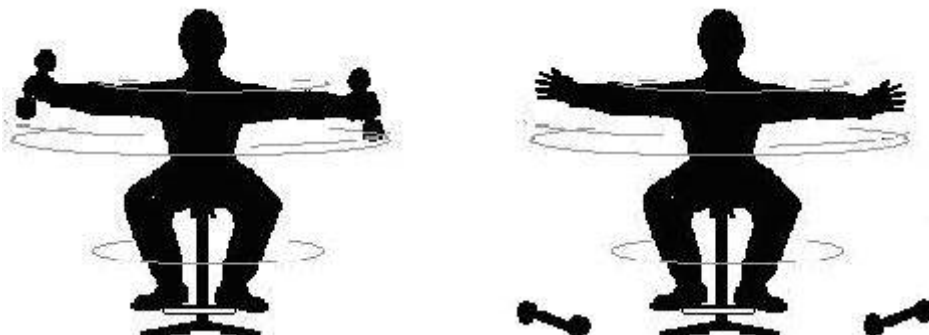
Pokusi u kojima se kutna količina gibanja mijenja samo po iznosu

I pokus : Čovjek na stolcu ima u rukama utege, da bi povećao masu svojih ruku. Pomoćnik izvana stavi čovjeka na stolcu u vrtnju, dok ovaj drži utege u ispruženim rukama, kako bi moment tromosti obzirom na os vrtnje bio što veći. Ako sada čovjek skupi ruke uz tijelo na prsa, utezi se približe osi vrtnje, pa se zato smanji moment tromosti. Kako po zakonu o sačuvanju mora kutna količina gibanja ostati ista, onda se poveća kutna brzina i vrtnja čovjeka na stolcu se uočljivo ubrza. Kinetička energija rotacije nije međutim sačuvana jer je uložen rad protiv centrifugalne sile za vrijeme privlačenja utega na manji polumjer rotacije.

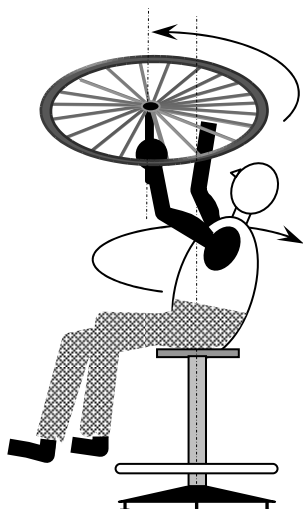


II pokus : Možemo zorno prikazati zašto se mačka uvijek dočeka na noge iako se nalazi u zatvorenom sustavu i nema vanjskog momenta koji bi je okrenuo. Na početku pokusa čovjek na stolcu miruje. Zatim ispruženom rukom, u kojoj drži uteg, vitla iznad svoje glave izvodeći kružne pokrete oko vertikalne osi, za to vrijeme tijelo okreće u suprotnom smjeru. Čim prestane vitlanje ruke, prestane i vrtnja tijela, no tijelo se zakrenulo. Mačka kod padanja vrti repom i stražnjim nogama i tako se zakrene. U svakom je času međutim zbroj kutnih količina gibanja *nepromijenjen*.

III pokus : Čovjek na stolcu drži u ispruženim rukama utege, da bi povećao svoj moment tromosti. Za vrijeme dok se vrti odjednom ispusti utege na pod **ne mijenjajući položaj ruku u odnosu na os vrtnje**, vrtnja čovjeka na stolcu će nakon ispuštanja utega ostati nepromijenjena, tj kutna brzina se neće povećati, premda bi na prvi pogled pomislili da se zbog smanjenog momenta tromosti to mora dogoditi.



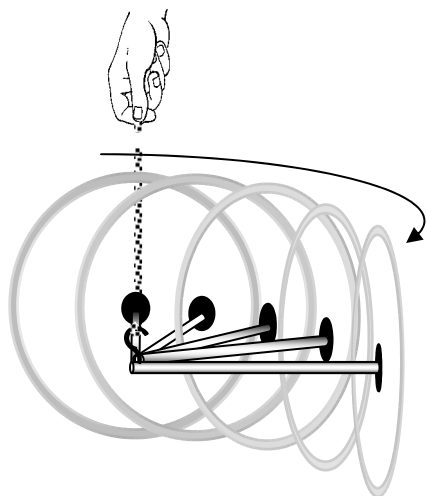
Pokusi u kojima se kutna količina gibanja mijenja po smjeru



Kotač od bicikla ima po obodu učvršćenu masu koja mu daje veliki moment tromosti. Osovina je produžena na jednu stranu u obliku ručke, tako da se može držati u ruci, a ima i kuku na koju se daje objesiti. Kuglične ležajeve u glavčini treba povremeno podmazati strojnim uljem jer je važno da kotač ima što manje trenje. Kotač služi u pokusima o sačuvanju kutne količine gibanja kada se toj veličini mijenja smjer.

I pokus. Osim kotača potreban je i *Prandtlov stolac*. Dok sjedi na stolcu čovjek se može staviti u vrtnju tako, da držeći jednom rukom osovinu kotača usmjerenu paralelno s osovinom stolca, drugom rukom potjera kotač. Njegovo će se tijelo pri tome odguravati od kotača i zakretati će se u suprotnom smjeru. Pri tome jedna vrtnja nastaje na račun druge tako, da zbroj kutnih količina gibanja obzirom na os stolca ostaje uvijek nula kao što je bio i u početku. Ako se osovinu kotača koji se vrti preokrene za 180° , onda se promijeni predznak kutne količine gibanja pa se mora i vrtnja čovjeka na stolcu promijeniti u protivnu.

II pokus : Kad se čovjek nalazi na tom stolcu (to jest u zatvorenom sustavu.), vrtnja mu se može dovoditi samo izvana (tako da se odgurne od poda ili da ga netko tko stoji na podu zavrti). Međutim može pomoćnik, koji stoji na podu sobe staviti kotač u vrtnju i držeći osovinu kotača vertikalno predati kotač čovjeku na stolcu. Ovaj preokrene osovinu za 180° i time stavi sebe u vrtnju, tako da je kutna količina gibanja jednaka dvostrukoj količini gibanja kotača koji mu je pomoćnik predao izvana.



III pokus : Objesimo li kotač za kuku na kraju njegove ručke, on će visjeti tako da mu je osovinu u vertikalnom položaju. Ali ako ga prije vješanja dobro zavrtimo, pa ga dok se tako vrti objesimo i pustimo, neće mu osovinu pasti nego će ostati cijelo vrijeme horizontalna. No neće mirovati. Gibati će se u *precesiji* oko niti na kojoj visi. Kako se vrtnja zbog trenja postepeno usporava tako će i osovinu padati naginjući se prema vertikalnom položaju

IV pokus : Kotač se može objesiti tako da u mirovanju (to jest dok se ne vrti) ima osovinu u vodoravnom položaju. No za to su potrebni utezi koji će ga uravnotežiti. Objesimo na kraj ručke uteg m_0 i m_+ , tako da s njima kotač visi u vodoravnom položaju osovine. Zavrtimo li ga dok je tako uravnotežen i zatim pustimo, neće precesirati. Ali ako oduzmemo uteg m_+ , te ostane samo m_0 početak će precesija u jednom smjeru (ovisno o smjeru vrtnje). Kad oduzeti uteg vratimo, uspostavi se ravnoteža i precesija *prestane trenutno bez usporavanja!* Dodamo li sada utegima m_0 i m_+ još i uteg m_+ , ponovo dolazi do precesije, ali u drugom smjeru.

