

Što je zapravo sila?

Berti Erjavec¹

Uvod

Silu u svakodnevnom govoru shvaćamo kao nešto što je uzrok neke promjene: Tako govorimo o silama koje uzrokuju povijesne, političke, ekonomske, društvene i druge promjene. U fizici sila ima preciznije značenje, to je nešto što gura ili vuče tijelo, mijenja mu položaj, brzinu ili oblik. Pojam sile prihvaćamo gotovo intuitivno i ne zamaramo se previše, ako uopće, s definicijom i shvaćanjem tog važnog pojma. Razmišljajući o tome, mnogima sam postavio isto pitanje, te bio iznenađen spektrom različitih odgovora.

Što govore o sili?

Postojanje međudjelovanja tijela ili djelovanja okoline na tijelo razmatra se od antičkih vremena. Gibanja se povezivalo s djelovanjem na tijelo, te je gibanje bilo posljedica nekog djelovanja. Silu ne primjećujemo samu po sebi, već primjećujemo njezine učinke, te upravo prema njima sudimo o samoj sili. Pogledajmo što o sili pišu u nekim udžbenicima i drugim nama dostupnim i opće prihvaćenim izvorima:

- *Sila je fizička veličina kojom iskazujemo međudjelovanje tijela. Oznaka za silu je F .*
(Fizika 7, Djaković-Kurtović-Ratkaj-Krnjaić [1])
- *Sila je fizikalna veličina koja opisuje pojavu djelovanja – okoline na tijelo i obrnuto.*
(Fizika 1, Nikica Simić [2])
- *Sila, u klasičnoj fizici, svaki uzrok koji mijenja količinu gibanja čestice.*
(Leksikon fizike, Vjera Lopac [3])
- *Sila je uzrok gibanja. Njezinu suštinu ne poznajemo. Vidimo samo njezine posljedice.*
(Gibanja – Sile – Valovi, Mladen Paić [4])
- *Sila je kauzalni princip gibanja i mirovanja. Ona je ili vanjska, koja stvara ili razara, ili drugačije mijenja utisnuto gibanje u nekom tijelu ili je unutrašnji princip kojim se čuva postojeće stanje gibanja ili mirovanja nekog tijela i kojim ma koje biće pokušava zadržati svoje stanje i pruža otpor.*
(Philosophiae naturalis principia mathematica, I. Newton [5])
- *Sila je temeljna veličina (ali nije osnovna veličina u SI-sustavu) pa je nije moguće definirati. No, zbog lakšega razumijevanja, često se koristimo različitim opisima i podjelama. Po Newtonu, uzrokovanje akceleracije u nekom odabranom (inercijskom) referentnom sustavu dolazi s jedne strane od samog tijela (unutrašnje svojstvo tijela) i s druge strane od svih drugih tijela (svojstvo kojim se iskazuje povezanost s okolinom). Prvo svojstvo je masa tijela, a drugo svojstvo sila drugih tijela na to odabrano tijelo. Mjerna jedinica za silu je N (newton), a za masu kg*

¹ Autor je viši stručni suradnik na Institutu za fiziku u Zagrebu; e-pošta: berti@ifs.hr

(kilogram).

(Predavanje 2008. *Temeljni koncepti u mehanici*, Mile Dželalija [6])

- *Tijelo se akcelerira u smjeru djelovanja vanjske sile. Sila F definirana drugim Newtonovim zakonom jest univerzalno dinamički definirana sila.* (*Fizika 1*, Rudolf Krsnik [7])
- *Definicija sile preko drugog Newtonovog zakona je nedostatna, jer ništa ne govori o prirodi sile i njenim svojstvima.* (*Lectures on Physics*, Richard Feynman [8])
- *Sila je vanjsko djelovanje na tijelo, kojim se može promijeniti njegovo stanje, bilo mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu.* (*Udžbenik mehanike u izradi*, Antonije Dulčić [9])

Možemo vidjeti da se autori razlikuju u pristupu tom pojmu, ali se svi slažu da je sila jedan od temeljnih fizikalnih pojmova. Većina autora priklanja se dinamičkoj definiciji sile preko drugog Newtonovog zakona, koju danas smatramo općeprihvaćenom definicijom sile. Ipak, ne mogu se zanemariti vrlo ugledni fizičari koji smatraju da je takva definicija, u najmanju ruku, nedostatna.

No, svi se slažu u sljedećim činjenicama:

- Sila ne postoji bez tijela na koje djeluje, te je po tom djelovanju raspoznavemo.
- Sila ima svoj uzrok, tijelo koje je izvor sile te se pojavljuje u parovima.
- Sila je vektorska veličina.
- Sila može biti kontaktna ili djelovati na daljinu.

Što sila nije?

Također, vrlo se često pojavljuju miskoncepcije² pojma sile. Navest ćemo neke česte primjere koji govore *što sila nije*, te kako taj pojam sile ponekad pogrešno koristimo.

- **Sila nije svojstvo tijela**

Primjer: "Magnet posjeduje veliku silu."

Magnet u blizini komada željeza može velikom silom privlačiti komad željeza (istodobno i željezo privlači magnet jednako velikom silom), ali ako je komad željeza daleko, sile gotovo nema. Tijela ne mogu posjedovati silu, ali mogu posjedovati energiju ili količinu gibanja.

- **Sila nije mjera gibanja tijela**

Primjer: "Vlak juri velikom silom."

Vlak koji juri posjeduje veliku količinu gibanja i veliku kinetičku energiju. Sila se pojavljuje tek ako se vlak sudari s drugim tijelom i ovisi o masi drugog tijela. Ako vlak udari u drugi vlak, sila će biti ogromna, ali ako udari u muhu u letu sila će biti zanemariva.

- **Sila nije energija, ne može se pohraniti niti potrošiti**

Primjer: "Tijelo gurnemo u horizontalnom smjeru i ono se nastavlja gibati zbog sile koja djeluje na njega i nakon što smo ga prestali gurati."

² Miskoncepcija je pogrešna (neznanstvena) koncepcija bazirana na iskustvu, do koje se došlo bez dovoljno kritičkog razmišljanja.

Vrlo česta miskoncepcija, u skladu s aristotelovskim pogledom na dinamiku govori o tome da smo silu predali tijelu i ono je zadržava sve dok se giba. Pri tome se sila polagano "troši" do zaustavljanja tijela. Očigledna je zamjena pojma sile s pojmom energije.

Zaključak

Sila je jedan od temeljnih fizikalnih pojmova, te ju nije lako definirati, ako je uopće moguće. Danas je prihvaćena dinamička definicija sile, iako ona ništa ne govori o prirodi sile i njenim svojstvima. Zbog toga smo posebno govorili o svojstvima sile i najčešćim svojstvima koja se njoj pogrešno pridružuju. Pojam sile se, kao i ostali fizikalni pojmovi, gradi i povezuje s drugim fizikalnim pojmovima te svoj smisao dobiva tek u korelaciji s njima.

Prilog: Najčešće miskoncepcije vezane uz silu i gibanje

Miskoncepcije imaju važnu ulogu u shvaćanju fizike i načinu na koji treba poučavati fiziku. U procesu učenja moramo voditi računa o miskoncepcijama koje valja na odgovarajući način razotkriti i ukloniti primjerenim edukacijskim aktivnostima. Najvažnije i najčešće miskoncepcije otkrivene su tijekom osamdesetih godina prošlog stoljeća i opisane su u literaturi [10], [11].

- Ako je ukupna sila na tijelo jednaka nuli, ono može samo mirovati.
- Tijelo može mirovati i kad na njega djeluje ukupna sila različita od nule.
- Svako gibanje mora se održavati silom u smjeru gibanja.
- Stalna sila izaziva gibanje stalnom brzinom.
- Teže tijelo pada brže.
- Svaka sila nema nužno svoju protusilu, a ako je i ima, one ne moraju biti jednakog iznosa.
- Jača je ona sila koja izaziva veći učinak.
- Sile kojima dva tijela međudjeluju prilikom sudara nisu jednakog iznosa, već ovise o brzinama tih tijela u trenutku sudara.
- Na tijelo u mirovanju djeluje samo sila teža.
- Tijelo u mirovanju ne može djelovati silom.
- Na loptu koja je bačena uvis djeluje sila prema gore cijelo vrijeme gibanja prema gore, dok je ne savlada sila gravitacije.
- Kad je brzina na vrhu putanje nula i sila je nula.
- Tijelo "pamti" kružnu putanju.
- Kružno gibanje nije ubrzano.
- Ukupna sila na tijelo koje kruži jednaka je nuli.
- Centripetalna sila je posebna, nova vrsta sile koja djeluje na tijelo u kružnom gibanju.
- Centrifugalna sila je protusila centripetalnoj.

Ako ste pomislili da je neka od navedenih tvrdnji istinita, ne brinite, pripadate velikoj većini ljudi koja se bori s miskoncepcijama u fizici. Osvijestili ste tu činjenicu i time učinili prvi korak u rješavanju problema.

Literatura

- [1] T. DJAKOVIĆ, R. KURTOVIĆ, B. RATKAJ, Z. KRNJAIĆ, *Fizika 7, udžbenik fizike za 7. razred osnovne škole*, Profil, Zagreb, 2007.
- [2] N. SIMIĆ, *Fizika 1, udžbenik za 1. razred gimnazije*, Profil, Zagreb, 2007.
- [3] V. LOPAC, *Leksikon fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 2009.
- [4] M. PAIĆ, *Gibanja-Sile-Valovi*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- [5] I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Volume 1, English translation*, London, 1729.
- [6] M. DŽELALIJA, *Temeljni koncepti u mehanici*, Predavanje na stručnom skupu "Susreti nastavnika i znanstvenika", Zadar, 2008.
- [7] R. KRSNIK, *Fizika 1, udžbenik fizike za 1. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- [8] R. FEYNMAN, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison Wesley, (2nd ed.), 1995.
- [9] A. DULČIĆ, *Udžbenik iz mehanike (u izradi)*, <http://www.phy.pmf.unizg.hr/~gniksic/nastava/of1/dat/knjiga/Mehanika.pdf>
- [10] LILLIAN C. McDERMOTT, *How we teach and how students learn? A mismatch?*, American Journal of Physics, 61(4), 1993.
- [11] R. KRSNIK, *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.