



Fizika na ZOI: Bob

Gimnazija 'Matija Mesić', Slavonski Brod
Josipa Brajković, Klara Blažić, Lana Božan

BOB

- zimski sport u kojem se dvije ili četiri osobe u aerodinamičnom vozilu velikom brzinom spuštaju niz usku, ledom prekrivenu vijugavu stazu
- dužina staze: 1.200–1.600 metara
- cilj je proći stazu što brže, uz savršenu kontrolu u zavojima
- bob se ne pokreće motorom, već snagom gurača koji trče i guraju bob na startu da bi mu dali početnu brzinu
- vozač u bobu upravlja vrlo malim pomacima volana, dok ostali članovi posade održavaju stabilnost i težište
- na stazi bob postiže brzine od oko 150 km/h, a u oštrim zavojima vozači osjećaju i do pet puta veću težinu



SAŽETAK

Bob je zimski sport u kojem se dvije ili četiri osobe u aerodinamičnom vozilu spuštaju niz ledenu stazu velikom brzinom, pri čemu je cilj postići što kraće vrijeme prolaska. U startnoj fazi ključnu ulogu ima snaga gurača, jer početna akceleracija značajno utječe na konačni rezultat, a masa posade utječe na impuls i održavanje brzine u zavojima. Tijekom vožnje potencijalna energija boba pretvara se u kinetičku, dok trenje i bočne sile u zavojima utječu na smjer i brzinu. Za optimalnu vožnju posada koristi pravilno težište i centripetalnu silu, dok se aerodinamičkim položajem tijela i odjećom smanjuje otpor zraka. Brzina i učinkovitost vožnje ovise o koordinaciji posade, masi boba i aerodinamičnim faktorima.

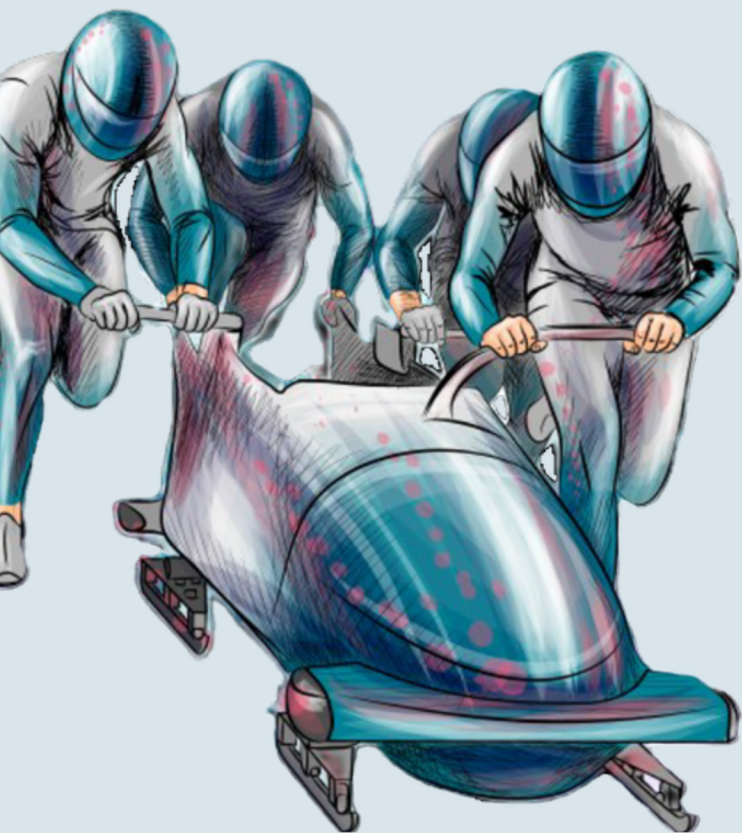
DRUGI NEWTONOV ZAKON

- posada gura bob 50 metara
- stvaranje veće sile = bolji rezultat
- primjena veće sile dovodi do veće akceleracije



ubrzanje je obrnuto proporcionalno masi

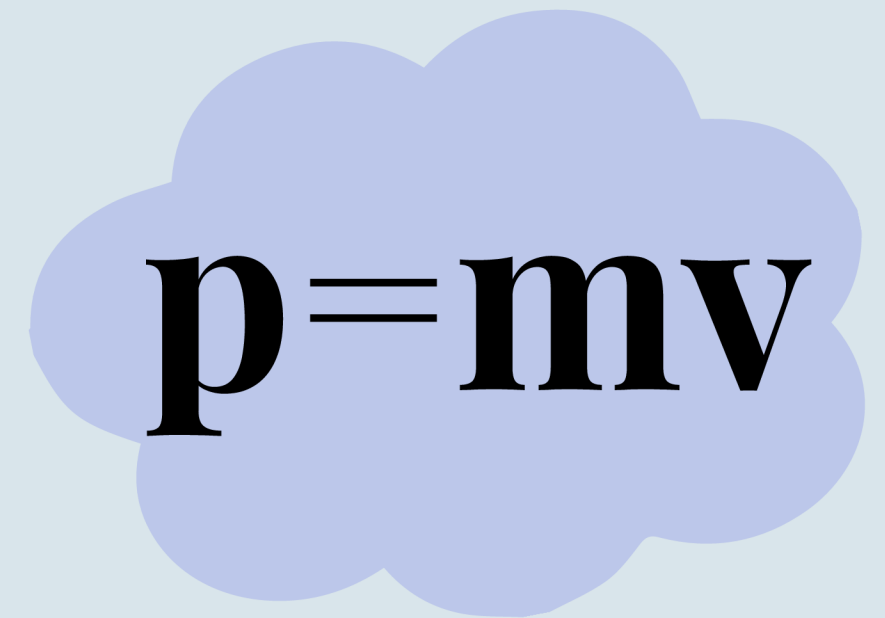
lakša posada: manja tromost, lakše pokreće i mijenja brzinu boba



$$\mathbf{F} = \mathbf{ma}$$

IMPULS SILE

- ako dvije posade imaju istu brzinu, posada s većom masom ima veći impuls ($p \sim m$)
- veći impuls znači veću količinu gibanja koju je potrebno promijeniti da bi se brzina smanjila
- u zavoju trenje i bočne sile djeluju kako bi promijenile smjer i djelomično smanjile brzinu
- kod veće mase potrebna je veća sila ili dulje vrijeme da bi se postigla ista promjena brzine
- većim impulsom tijelo se teže zaustavlja, stoga teža posada sporije gubi brzinu u zavojima (ključno za zadržavanje veće brzine nakon izaska iz zavoja)


$$p = mv$$

PRETVORBA ENERGIJE

- početak vožnje bob na visini
 $E_p = mgh$
- gravitacija povlači bob dolje
 $E_p = mgh \rightarrow E_k = mv^2/2$
- pri pretvorbi potencijalne energije u kinetičku brzina raste jer se energija oslobađa u obliku ubrzanja
- energija se također troši na otpor zraka i trenje, što su manji gubitci to je brzina veća



TRENJE I REGELACIJA

- trenje nastaje između čeličnih klizača i leda
- trenje treba biti što manje kako bi brzina bila veća, manje trenje postiže se glatkim/brušenim klizačima i hladnijom stazom
- regelacija nastaje kada se pod pritiskom boba led topi (smanjuje mu se talište), nakon prolaska led se opet smrzava
- sloj vode nastao regelacijom smanjuje trenje



CENTRIPETALNA SILA

- bob se u zavojima mora kretati po kružnoj putanji i ne smije ulaziti ravno, za to je potrebna centripetalna sila koja sprječava bob da 'sleti' izvan staze
- ako bob ulazi prebrzo, centripetalna sila postaje prevelika i bob se 'penje' uz vanjski zid zavoja, dok ako bob ulazi presporo, 'pada' prema unutarnjoj strani zavoja i putanja nije optimalna
- staza u zavojima se radi nagnuta kako bi dio centripetalne sile dolazio iz normale podloge (prirodno)
- nagib smanjuje rizik da bob sklizne prema van



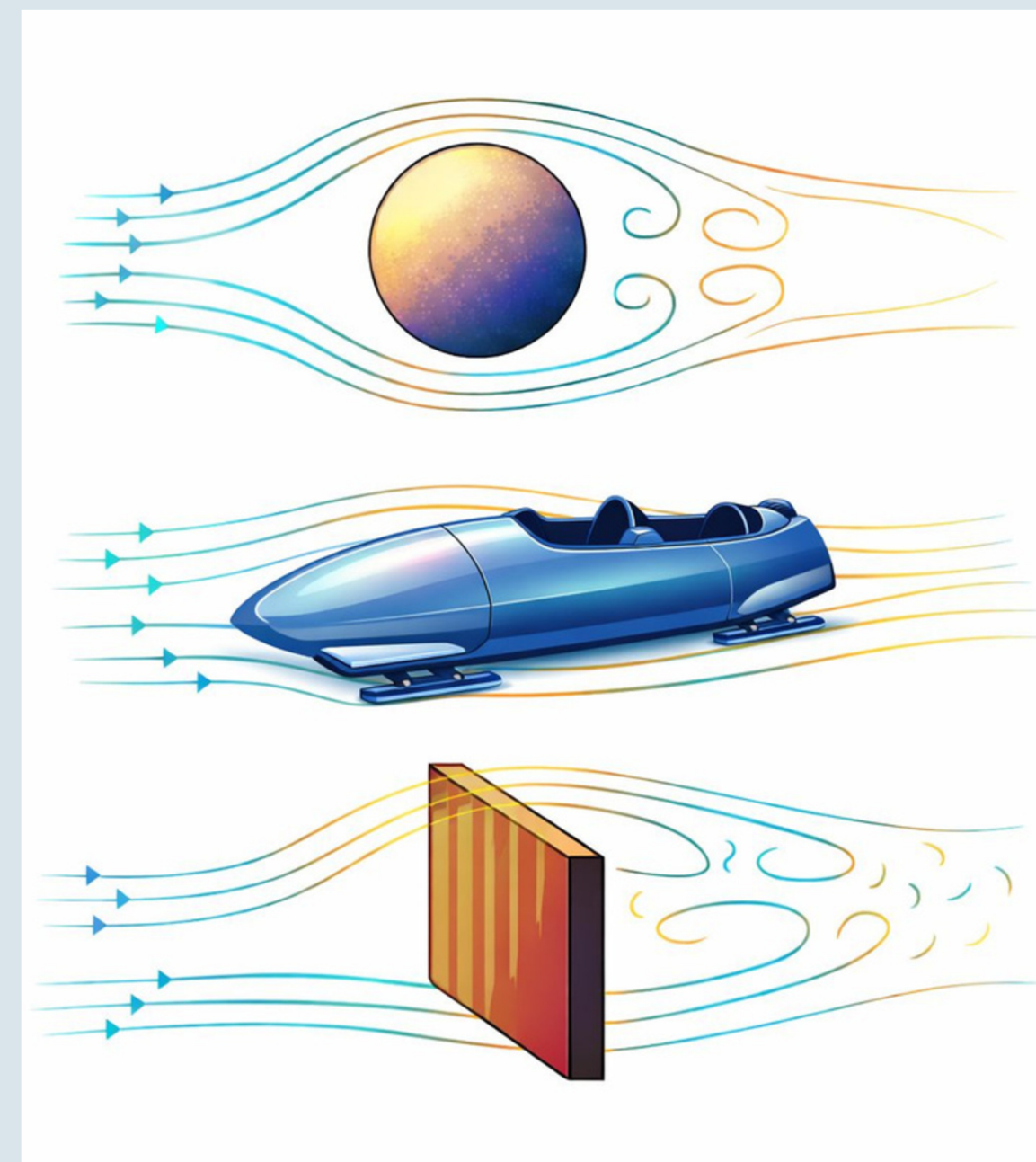
AERODINAMIKA

- presudna nakon starta
- oblik boba: izdužen
sužen prednji dio
glatka karoserija
zatvorena kabina

Cilj - smanjiti otpor i kontrolirati tok zraka

Pri velikim brzinama

Otpor zraka proporcionalan kvadratu brzine



DEMONSTRACIJA



ZAKLJUČAK

Bob je sport u kojem se jasno vidi kako fizikalni zakoni djeluju u stvarnom životu. Na brzinu i uspjeh vožnje utječu mnogi čimbenici: sila kojom posada gura bob na startu, masa boba i posade, pretvorba potencijalne u kinetičku energiju, trenje između klizača i leda, aerodinamični oblik boba te centripetalna sila u zavojima. Svi ti elementi zajedno određuju koliko će brzo bob proći stazu.

Zato uspjeh u bobu ne ovisi samo o snazi sportaša, nego i o razumijevanju fizikalnih principa koji omogućuju postizanje velikih brzina i stabilnost na stazi.



HVALA NA POZORNOSTI!



LITERATURA

[The High-Speed Physics of Olympic Bobsled](#)

[The science of bobsledding](#)

[Bobsled- Science of the Winter Olympics](#)

[The Art of Bobsleigh | Faster Higher Stronger](#)